

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ELYSIANE DE BARROS MARINHO

IMAGENS DE BIOTECNOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA E A  
PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)

RIO DE JANEIRO

2013

ELYSIANE DE BARROS MARINHO

IMAGENS DE BIOTECNOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA E A  
PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Guaracira Gouvêa de Sousa

RIO DE JANEIRO

2013

Aos meus grandes amores, Alice e Júlio, pela companhia, compreensão, e infinito apoio imprescindíveis para a concretização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pela vida e pela trajetória que a mim concedeu, pois sinto-me por Ele amparada nos momentos mais difíceis.

À minha querida orientadora Prof<sup>a</sup>. Guaracira Gouvêa, por ter acreditado em meu potencial e me acolhido junto ao seu grupo de pesquisa. Agradeço-lhe por toda orientação, paciência, compreensão, incentivo e reflexões proporcionadas, e por toda a força e apoio para que este trabalho se concretizasse. E, ainda, por todas as nossas divertidas conversas durante a minha trajetória no Mestrado.

Às professoras Lúcia Helena e Sheila Cristina, pelas contribuições que deram ao trabalho no Exame de Qualificação; sobretudo pelas críticas e sugestões que me proporcionaram olhares mais amplos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIRIO, por estarem sempre dispostos a me ouvir e a oferecer suas valiosas contribuições. Em especial àqueles que contribuíram diretamente em minha formação, durante as disciplinas que cursei.

Ao Prof<sup>o</sup> Celso, à Prof<sup>a</sup> Dora e à Prof<sup>a</sup> Carmem Irene, pelos ricos debates durante o grupo de pesquisa e pelas conversas incentivadoras.

Aos colegas de turma, pela companhia, pelos momentos de alegria e tensão compartilhados no desenvolver dos trabalhos das disciplinas, sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso.

A todos os meus professores, da educação básica ao ensino superior, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação, pelos questionamentos provocados que me levaram às inquietações contribuindo para a construção do saber científico. Em especial, àqueles que guardo em meu coração: Ademir, Agostinho, Edmílson, Dinda Lourdes, Tia Nivaldete – carinhosamente “Os Trastes”. Obrigada a todos pelas sábias palavras.

Ao Júlio Barbosa, pelo companheirismo, cumplicidade e aprendizado que conquistamos, hoje, juntos. Por entender as minhas noites em claro para construir esta dissertação, por fazer o possível para que tudo ocorresse da melhor maneira para que comemorássemos com êxito o trabalho final. Obrigada por manter a união da nossa família, e por ter preenchido os momentos de atenção necessários à nossa

filha, principalmente quando estive ausente. O retorno disso tudo é muito mais gratificante com você ao meu lado.

Aos meus alunos e aos colegas professores do Curso Supremo, que me deram todo o suporte durante essa trajetória e por entenderem a minha ausência durante a busca dessa conquista importante na minha formação. Em especial, a Cida Guarieiro, pela amizade e por acreditar no meu potencial. Muito obrigada!

Aos meus pais e irmãos pelo carinho e apoio.

Enfim, a todos aqueles que participaram para a germinação da minha vida profissional, muito obrigada.

## RESUMO

O livro didático é uma importante ferramenta da educação básica. Apresenta conteúdos relevantes para a educação atual, como conhecimentos e conceitos científicos voltados à inserção do aluno na sociedade. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar como as imagens de biotecnologia se apresentam em cinco Livros Didáticos de biologia do ensino médio. A metodologia consistiu em estabelecer critérios de análise para classificar e categorizar as imagens quanto ao tipo destas, tipo de legenda, função, grau de iconicidade e as suas relações com o texto na perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Os resultados obtidos mostraram que, nesses livros didáticos, as abordagens sobre CTSA estavam presentes na relação texto-imagem no tema biotecnologia. Foram analisadas 70 imagens do tema, distribuídas em fotografias, desenhos, quadro, tabela e esquemas. Houve uma recorrência de imagens com função explicativa e de facilitação redundante para a compreensão de suas relações com o texto. Com essas funções, a perspectiva CTSA estava voltada para a utilização da biotecnologia na solução de problemas. A incorporação dessa perspectiva nos conteúdos científicos é implícita, e nem sempre são exploradas de forma interligada com a aplicação da tecnologia com os impactos que esta tem na Sociedade e no Ambiente.

**Palavras-chave:** ensino médio, ensino de biologia, educação para a cidadania, texto-imagem.

## ABSTRACT

The didactic book is an important tool in basic education, provides content relevant to the current education, such as scientific knowledge and concepts to integrate the student into society. This study has the objective of analyze biotechnology images in five didactic books of college classes. The method was based in create a contests analysis, for sort and categorize the images as to the type, legend type, function, iconic level, its relations with the text and as the perspective of Science, Technology, Society and Ambient (CTSA). The results show that these five didactic books bring up CTSA approaches in the relationship text-image Biotechnology of biology didactic books. We analyzed 70 subject images, distributed in photographs, drawings, painting, table and diagrams. But, the diagrams were formed by drawing, flowchart, and by drawings and photographs. There was a frequency for images with explanatory function and redundant facilitating function in the relations with text. For these functions the perspective CTSA was focused on the use of biotechnology in resolver problems. The incorporation of this perspective in the scientific content is implied, and are not always exploited with the application of technology to the impacts it has on society and the Ambient.

**Keywords:** college classes, biologic teaching, citizenship education, text-image.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	1
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>1. A IMAGEM E SUAS RELAÇÕES NO LIVRO DIDÁTICO</b> .....	8
1.1 Breve histórico do Livro didático.....	8
1.2 A imagem e suas relações com o texto.....	10
1.2.1 A representação do real.....	14
1.3 O texto e a imagem no livro didático.....	20
<b>2. AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE – CTSA</b> .....	26
2.1 CTS / CTSA.....	26
2.2 CTSA na Educação.....	30
2.3 A abordagem CTSA no ensino de biologia .....	33
<b>3. A PESQUISA</b> .....	37
3.1 Categorização das imagens.....	40
3.2 Categorização CTSA.....	42
<b>4. A BIOTECNOLOGIA NO LIVRO DIDÁTICO: IMAGEM E SUAS RELAÇÕES CTSA</b> .....	44
4.1 As coleções didáticas analisadas.....	44
4.1.1 - Biologia para a Nova Geração.....	44
4.1.2 - Ser Protagonista.....	50
4.1.3 – Biologia das Populações.....	55
4.1.4 – Biologia .....	58
4.1.5 - Bio .....	62
4.2 A imagem em biotecnologia e suas relações CTSA .....	66
4.2.1 Panorama das imagens e CTSA nas coleções.....	66
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	70
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	73

## APRESENTAÇÃO

Durante a Licenciatura em Ciências Biológicas (2008) e Bacharelado em Biologia Marinha (2009), pelas Faculdades Integradas Maria Thereza (FAMATh), pude vivenciar diversas atividades docentes que envolviam Educação e Pesquisa nos mais variados campos das Ciências. Essa multidisciplinaridade estimulou-me o interesse pela área de Educação através das experiências proporcionadas pela atuação nas atividades acadêmicas.

Realizei estágio na Categoria de Iniciação Científica do Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ no primeiro semestre de 2008, que resultou em trabalhos apresentados em eventos, como congressos nacionais e encontros regionais de Botânica. Essa experiência serviu de base para o desdobramento da monografia do Curso de Bacharel em Biologia Marinha das FAMATh em 2009. Após concluir a Licenciatura Plena, ingressei no Programa de Pós-Graduação *lato sensu* em Educação Básica – Modalidade biologia, do Departamento de Ciências da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ. E, no decorrer do curso, participei de atividades do grupo de pesquisa com um trabalho intitulado *A imagem da ciência: uma concepção de concluintes do ensino médio*. A partir deste, pude compreender as relações entre o desenvolvimento técnico e a produção de imagens, e identificar os diferentes tipos de imagem veiculados pelas mídias. Durante a pesquisa, percebi que uma das dificuldades atuais é conciliar a extensão da informação e a variedade das fontes de acesso com o aprofundamento da sua compreensão. Hoje, mesmo com as tecnologias que trazem dados, imagens, resumos de forma rápida e atraente, o livro didático (LD) continua sendo uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Já como docente de ciências e biologia, ingressei no Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, em 2011, na Linha de Pesquisa de Práticas Educativas, Linguagens e Tecnologia. Ao ingressar no mestrado, no desenvolver do primeiro ano, cursei disciplinas que me proporcionaram um maior embasamento teórico. Nesse sentido, pude perceber que meu pré-projeto de pesquisa necessitava de modificações, de um recorte. Na busca de elucidar e compreender melhor as

inúmeras potencialidades relacionadas aos recursos tecnológicos e visuais trazidas pelo LD, participei do grupo de pesquisa Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, que desenvolve projetos de pesquisa com apoio do Programa Observatório da Educação da CAPES, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Guaracira Gouvêa. Durante os estudos realizados nas reuniões do grupo, surgiu a oportunidade de desenvolver a pesquisa desta dissertação vinculada ao projeto “Ensino de Ciências: desempenho de estudantes, práticas educativas e materiais de ensino”. Dentre os objetivos desse projeto, havia o que buscava estudar o livro didático no que se refere aos seus usos em sala de aula e às formas de como ele apresentava a relação CTSA.

Assim, escolhi estudar imagens no livro didático que me fizeram refletir acerca do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) no ensino de biologia; o que me instigou a ampliar o conhecimento sobre as inter-relações CTSA e como as imagens estariam relacionadas nos livros didáticos sob essa perspectiva. Após uma leitura flutuante das coleções de biologia, escolhemos o tema biotecnologia. Dessa forma, buscamos os referenciais teóricos em pesquisas sobre a abordagem CTS no campo educacional, além dos referenciais da análise de imagem. O maior desafio foi conhecer as imagens e analisá-las e, nesse processo, os referenciais de grande importância foram as teses de Rego (2011) e Souza (2011), pois suas contribuições nos serviram de alicerce para delimitar o corpo teórico metodológico da presente pesquisa. Adotamos seus modelos de análises, além das analogias apresentadas para facilitar a compreensão do leitor, uma vez que estas se mostraram adequadas para o tema biotecnologia.

## INTRODUÇÃO

Convivemos com os mais diversos recursos em busca de melhorias na qualidade de vida, os quais nos exigem uma forma crítica de pensar a informação para usufruí-la da melhor forma possível. Segundo Martins & Paixão (2011), as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) fazem parte do dia a dia das pessoas dos mais diferentes níveis e poder aquisitivo. No contexto atual, novos hábitos de vida são demandas das “necessidades tecnológicas” impostas frente aos constantes avanços científicos e tecnológicos.

O avanço da ciência, em geral, auxilia no desenvolvimento da tecnologia que influencia a sociedade, e as inter-relações entre CTS têm consequências tanto sociais quanto ambientais (Linsingen, 2007). Nesse sentido, Ricardo *et al.* (2007) destaca que a tendência atual enfatiza a importância da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ou Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) num ensino voltado para o exercício da cidadania.

No entanto, para que as tomadas de decisões coletivas ou individuais acompanhem a crescente necessidade do mundo moderno, faz-se necessária uma formação para a ciência e a tecnologia que integre os novos hábitos de consumo da sociedade moderna, mas de uma forma crítica. Pensando nos obstáculos para se atingir tal objetivo, a Educação CTSA propõe que essa relação esteja presente em todas as práticas educativas. Para isso, precisa de um aprofundamento didático e curricular, permitindo assim que essa discussão esteja sempre presente na sala de aula e não apenas abordadas em momentos de exceções.

Um tema que envolve a discussão CTSA é a biotecnologia. Esse tema está presente em diferentes áreas da biologia moderna, empregado como uma forma de aplicar a tecnologia em benefício do homem e da sociedade (Ratledeje, 1992). Atualmente, aplicações biotecnológicas estão intensamente relacionadas ao nosso cotidiano por meio de diversas áreas (agricultura, saúde, engenharia, informática, indústria, entre outras). Exemplo disso são modificações na legislação comercial, o consumo de alimentos geneticamente modificados e a utilização de diagnósticos baseados em DNA. No entanto, há carência em esclarecimentos referentes às diferentes biotecnologias nas atividades diárias (Silva, 2005).

Segundo Borém (2003), as questões que envolvem aplicações da biotecnologia moderna geram controvérsias que afetam diretamente a vida dos cidadãos, uma vez que envolve oportunidade de negócios e simultaneamente necessidade da ciência, tornando a biotecnologia um dos assuntos mais polêmicos da mídia nos dias atuais.

Em torno das polêmicas geradas com o tema, o grande desafio para pesquisadores e empresas tem sido a busca constante de novas técnicas e novos produtos que atendam a demanda da sociedade. Para atender as cobranças de inovações biotecnológicas, foi aprovada no Brasil uma Lei, em 1995, que regulamenta a biotecnologia. Foi votada no Congresso como a “Lei da Biossegurança” (Lei nº 8.974 de 5.1.1995). Esta regulamenta todas as atividades relacionadas à biotecnologia, a fim de preservar a natureza e proteger a vida e a saúde não só dos seres humanos, como também do meio ambiente.

Na formação educacional, conteúdos de biologia tratam diretamente das especificidades da biotecnologia. Para nós, é de grande importância que estes abordem a perspectiva ética de responsabilidade e respeito, a fim de contribuir para a tomada de decisões de interesse individual e coletivo, como sugerido por Krasilchik (2005). Nesse exercício da cidadania, o indivíduo, a partir de uma reflexão, tem a oportunidade de tornar-se capaz de compreender os processos e conceitos biológicos sobre as suas atribuições e funções no mundo. Favaretto (2003) remete ao exercício da cidadania como uma forma de popularização das informações da área científica através de divulgação por meios de comunicações. Acrescentamos que essa divulgação se dá, também, por meio do ensino de ciências na escola.

Tendo em vista a complexidade das relações existentes entre ciência, tecnologia e a sociedade, associadas ao ambiente, estas devem ser apresentadas de maneira clara e objetiva no livro, e mediadas adequadamente pelo professor. Segundo Lajolo (1996), a forma de utilização dos livros marca de forma bastante incisiva o que se ensina e como se ensina em nossas escolas. Vale ressaltar que é fundamental o professor assumir o papel de gerenciador, buscando outros recursos para auxiliar na construção do conhecimento, pois o livro é um facilitador para as abordagens dos conteúdos em biologia e não um método autoexplicativo.

Na educação básica, o Livro Didático (LD) tornou-se historicamente uma ferramenta importante na prática do ensino escolar, por incluir a constituição dos diferentes campos do conhecimento (Martins, 2006). O LD pode proporcionar um espaço para a reflexão sobre o papel de cada cidadão diante da crise ambiental em que se encontra nosso planeta. Deve fazê-lo através de recursos, por exemplo, oferecendo subsídios como o de ilustrações e imagens, a fim de contribuir para uma visão mais ampla desse universo, através da argumentação dos mais variados temas.

De acordo com Martins (2006), esse recurso didático-pedagógico apresenta conteúdos relevantes para a educação atual, como conhecimentos e conceitos científicos voltados à inserção do aluno na sociedade. Mas faz-se necessário esclarecer as técnicas e os conceitos utilizados em biotecnologia, explorando essa realidade. Isso permite que o aluno possa adquirir conhecimentos em sua vivência escolar, além de mostrar-lhe diferentes horizontes de possibilidades capazes de incentivar a participação ativa nos processos de produção e nas tomadas de decisão. No campo da Educação em ciências, as pesquisas que têm o livro didático como objeto de estudo, tradicionalmente, concentram-se no inventário e discussão de erros conceituais (Martins 2006). Contudo, de acordo com Albuquerque (2002), questionar os livros didáticos é questionar o próprio sistema e o ensino nele apresentado. Para Souza (2011), o objeto livro didático é um produto cultural que pode apresentar “múltiplas facetas”, com diferentes funções, dependendo das condições do lugar, época ou situação de uso.

Dentre essas diferentes funções do livro didático, podemos destacar um recurso utilizado para auxiliar na construção dos conceitos que cada estudante tem sobre os mais variados temas: a imagem. Esta se tornou objeto de investigação nos livros didáticos por estes apresentarem grande quantidade delas. Dentre as abordagens realizadas em diferentes estudos, podem-se destacar alguns autores que apresentam análises de imagens e ilustrações, como por exemplo: Carneiro (1997), Freitas & Bruzzo (2004), Otero & Greca (2004), Martins *et al.* (2005), Gouvêa e Oliveira (2010), Rego (2011) e Sousa (2011).

Como já mencionado, a presença de imagens é marcante nos livros didáticos atuais, principalmente nos de biologia. Segundo Bruzzo (2004), a apresentação dos conhecimentos das ciências naturais está associada à inclusão de imagens, tanto

nas exposições orais como nos textos científicos e de divulgação - na forma de desenhos em observações diretas, depois mediadas por aparelhos ópticos e mais tarde com o emprego de sofisticadas técnicas de produção de imagens. Dessa forma, conhecer a natureza também é expressar esse conhecimento em palavras e imagens criadas para esse fim.

O fato de o estudo da natureza expressar-se por meio de imagens possivelmente configura a organização do conhecimento na biologia. Segundo Martins (2001), as imagens no livro didático auxiliam o aumento ou a diminuição da abstração dos conteúdos que necessitam de grande uso da linguagem icônica. As representações visuais em um texto oferecem um significado com funções distintas como:

Atrair interesse, motivar, sinalizar e organizar o conteúdo que está por vir, ilustrar, detalhar ou expandir uma idéia, mostrar como algo é feito, sugerir atividades ou procedimentos, exemplificar, etc (Martins, 2001 p.1).

Considerando essa problemática, surgiram as seguintes questões: Os livros didáticos de biologia do ensino médio (EM) apresentam o conteúdo "biotecnologia" relacionando as imagens com os seus conhecimentos fundamentais? As imagens do tema biotecnologia permitem refletir sobre as complexas relações existentes entre a ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente? De que forma CTSA está presente, ou não, nesse contexto? Partimos da premissa de que o conteúdo biotecnologia apresenta uma relação direta com CTSA por ser um tema de interface de diversas áreas de conhecimento na biologia, tais como: genética, biologia molecular, bioquímica, embriologia e biologia celular, assim como a engenharia química, tecnologia da informação, bioética e o biodireito, entre outras.

Frente a esses questionamentos, o presente trabalho tem por objetivo analisar as imagens apresentadas no tema biotecnologia, na perspectiva CTSA, em cinco coleções de livros didáticos de biologia adotados em escolas do município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro. Desta forma, a partir do referencial teórico-filosófico CTSA, buscamos identificar e refletir em que medidas as abordagens sobre CTSA estão presentes ou ausentes no desenvolvimento do tema na relação texto-imagem. Tendo em vista as funções diferenciadas da imagem com relação ao texto, temos como objetivos específicos analisar o tipo de imagem, o seu

nível de iconicidade, a presença ou não de legendas, e verificar o contexto onde está inserida levando em consideração o enfoque CTSA.

A exposição dessa pesquisa está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, objetivamos traçar um panorama das relações da imagem no livro didático, partindo de um breve histórico, e seguindo pelas relações imagéticas como a representação do real, a relação texto e imagem, os recursos visuais nos LDs e os problemas nas apresentações das imagens nos LDs. No segundo, buscamos evidenciar a importante relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), suas abordagens na Educação e na biologia. No terceiro, à luz dos referenciais teóricos da metodologia de análise e por meio dos questionamentos da pesquisa, evidenciamos os instrumentos utilizados para a coleta dos dados. O quarto capítulo diz respeito aos dados obtidos das coleções didáticas analisadas, no que diz respeito às imagens de biotecnologia e às relações CTSA. E, nas considerações finais, a partir da análise conjunta dos resultados, são apresentadas algumas reflexões e considerações sobre as questões de investigação, evidenciando aspectos necessários para que a abordagem CTS seja efetivada.

## **1. A IMAGEM E SUAS RELAÇÕES NO LIVRO DIDÁTICO**

Neste capítulo, abordaremos os principais referenciais teóricos acerca da imagem e suas relações no livro didático. Dessa forma, apresentaremos um breve histórico do Livro Didático, a fim de situar sua trajetória até os dias atuais. A seguir, destacaremos as relações da imagem e seus significados, assim como as relações do texto com as imagens no livro didático de biologia.

### **1.1 Breve histórico do Livro Didático**

Como instrumento pedagógico, o livro didático, complementa o ensino formal escolar veiculando valores sociais e democráticos; além de apresentar mecanismos de memorização e informação (SOARES, 2002). Inicialmente, foi objetivado para atender às necessidades do professor - este visto como o único detentor do saber. Esse pensamento permeou até metade do século XX.

Em 1920, no período de discussão em busca de uma política educacional sistêmica no país, os renovadores da “Escola Nova” - como Fernando de Azevedo, Anísio Teixeira, entre outros – defendiam que esse instrumento deveria ser um norteador para o processo de organização do conhecimento. O Livro Didático tornou-se, assim, objeto de muitos debates e congressos relacionados à Educação nesse período (SAVIANI, 2010). A partir de então, houve uma mudança nas perspectivas, que passaram a ser voltadas para a importância de o aluno também participar desse processo, tendo em mãos o livro didático.

Em meio aos inúmeros debates para se discutir a qualidade do livro didático, um dos questionamentos era a necessidade de modificação desse produto a fim de atender às novas exigências. Para isso seria necessário alterar sua estrutura, alterando sua linguagem. De acordo com Bittencourt (2004), nesse momento, foi voltada uma maior atenção para a necessidade de se pensar nos recursos visuais: a importância das ilustrações como complementação da leitura.

A trajetória para que o livro didático chegasse à escola teve início em 1929, com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL) com o objetivo de legitimar esse instrumento em nível nacional, auxiliando na sua produção. Em 1934, no governo do presidente Getúlio Vargas, o INL consolidou-se e passou a ter participação

efetiva na formação cultural da população. Em 1938, foi instituída uma Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) através do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38, como a primeira legislação que trataria da produção e veiculação do livro didático. Em 1945, este passou a ser utilizado pelos alunos, restringindo ao professor a escolha do material, conforme o art. 5º do Decreto-Lei nº 8.460, de 26/12/45.

De acordo com Saviani (2010), nas décadas de 1970 e 1980, a concepção pedagógica no Brasil era tecnicista, baseada no pressuposto da neutralidade científica e inspirada nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade. O objetivo dessa pedagogia era reordenar o processo educativo, de maneira a torná-lo objetivo e operacional. Foi durante esse período, em 1971, que o INL, então responsável pela administração financeira, desenvolveu o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF). Em 1976, pelo decreto nº 77.107, de 4/2/76, o governo passou a utilizar recursos financeiros do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para a produção e distribuição dos livros didáticos. Mas, apesar dos financiamentos obtidos, não foi o suficiente para atender à demanda de todas as escolas públicas, ficando então os livros didáticos somente para as escolas municipais. Segundo Freitag *et al.* (1989), muitas críticas surgiram nesse período com relação à distribuição dos livros didáticos e à discussão para a participação dos professores nas escolhas. A partir de 1985, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), sob o decreto de nº 91.542, de 19/8/85, assumiu pontos decisivos para levar o livro didático às escolas, entre eles, a aquisição por meio de recursos do Governo Federal e a garantia do critério de escolha do livro pelos professores.

Atualmente, além do PNLD que atende escolas federais, estaduais e municipais, foi criado em 2004 o Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio (PNLEM), responsável pela distribuição dos livros didáticos aos alunos do ensino médio em todo o país. E, em 2007, o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA).

A partir de 1990, o tópico “aspectos visuais” foi contemplado como um critério de avaliação pelo Plano Nacional do Livro Didático - PNLD –, reconhecendo, assim, a importância da linguagem icônica neste meio tão presente na escola, que é o Livro Didático. Nos últimos anos, esses programas têm produzido muitos avanços no que diz respeito às correções de erros conceituais, às atualizações dos conteúdos e aos

critérios de avaliação do material didático (BIZZO, 2000). Atualmente, na versão 2012, são pontuados critérios para avaliação das imagens nos livros didáticos:

As ilustrações são claras, precisas e adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas; As ilustrações retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país; As ilustrações, de caráter científico, respeitam e indicam as proporções entre objetos ou seres representados; As ilustrações estão acompanhadas dos respectivos crédito. (PNLD 2012, P.15)

O pesquisador Alain Choppin aponta os aspectos visuais do livro didático:

A organização interna dos livros e sua divisão em partes, capítulos, parágrafos, as diferenciações tipográficas e suas variações, a distribuição e a disposição espacial dos diversos elementos textuais ou icônicos no interior de uma página (ou de uma página dupla) ou de um livro só foram objeto, segundo uma perspectiva histórica (...). Com efeito, a tipografia e a paginação fazem parte do discurso didático de um livro usado em sala de aula tanto quanto o texto ou as ilustrações ( 2004, p. 559).

Essa reflexão de Alain Choppin, assim como a de Lajolo (1996), de Bittencourt (2004), entre outros autores, sobre a importância das imagens que ilustram os livros didáticos, convida-nos a pensar sobre a inegável importância dessa temática voltada para o ensino. Ao longo deste capítulo, buscamos entender o papel da imagem nos livros didáticos de biologia, assim como as suas relações com o texto, na perspectiva CTSA.

## **1.2 A imagem e suas relações com o texto**

Diferentes significados podem ser atribuídos à palavra imagem, dependendo do assunto a que esta se refere. A imagem pode ser visual - como desenhos, pinturas, fotografias; ou imagem mental -; aquela que imaginamos, como a imagem de um médico, por exemplo; ou ainda a imagem virtual - gerada por computadores, como hologramas. No entanto, cada significado inerente à imagem se dá por “analogia”, pois a imagem representa alguma coisa que podemos considerar como semelhante. Assim, para Joly (1996), a imagem é percebida como um signo, uma representação.

A criação de imagens pelo homem sofreu diversas transformações no seu modo de produção. Se considerarmos os instrumentos técnicos, mesmo os artefatos

mais arcaicos, temos que toda imagem necessita de uma tecnologia. Nesse sentido, Dubois (1999) utiliza o termo *téchne* numa concepção que corresponde ao sentido aristotélico da palavra *arte*, numa *arte do fazer* humano. Desde 20 a 60 mil anos a.C. que as atividades de produção humana dependem de alguma tecnologia no modo representativo, acompanhando as mudanças no comportamento humano. A esfera tecnológica de constituição da imagem é um processo que abrange toda a sequência histórica das tecnologias da imagem, da pintura rupestre à infografia.

A trajetória da imagem traz em cada estilo de produção a sua mensagem denotativa ou conotativa. Na imagem fotográfica, por exemplo, de acordo com Barthes (1990), está presente essa dualidade em todas as suas representações. O código denotado é constituído por estrutura e esquemas de elementos com cores e gestos, permitindo uma segunda mensagem: o código conotado, que é extraído da língua da maneira como a sociedade faz a leitura de uma fotografia. A conotação fotográfica pode ser analisada por diferentes planos, nos quais é necessário verificar a variação de sentido gerada diante das interpretações das leituras dos elementos da fotografia. O paradoxo fotográfico está na própria mensagem fotográfica, pois a perfeição analógica da fotografia para o senso comum a torna como uma imagem sem código. No entanto, pode-se atribuir a ela uma mensagem, uma retórica de época ou uma simbólica universal. O autor considera ainda que as imagens são simbólicas por excelência, pois transmitem de forma objetiva aquilo que é mostrado e ao mesmo tempo permite criar diferentes hipóteses ao fato a partir da imposição de um sentido.

No que diz respeito ao sistema simbólico de representação, a linguagem visual é constituída por estruturas que indicam possibilidades de representação e de significação em uma dada cultura. A intensidade de uma imagem, mesmo com o passar do tempo, pode causar inquietações que permeiam períodos históricos e promovem mudanças. Como também pode dar-lhe um significado novo, impondo-lhe aspectos culturais, morais e imaginários. Para Barthes (1990), a mensagem linguística transmitida pela imagem produz sentidos conotados independente da presença do texto verbal. O texto auxilia a reduzir o conjunto de conotação trazido pela imagem, controlando a polissemia. Para Schølhammer (2007), há uma relação de complementaridade entre a palavra e a imagem, em que a primeira pode determinar o sentido da imagem, e a segunda pode “ilustrar” a palavra; essa relação

remete ao sentido, a fim de complementar e esclarecer algo obscuro tanto de uma quanto da outra.

Kress & Van Leeuwen (1996) destacam que tanto a linguagem visual quanto o que está envolvido na sua leitura abrem um espaço para problematização: as estruturas visuais produzem significados assim como as estruturas linguísticas. Segundo Schølhammer (2007), a representação visual e literal apresenta funções sógnicas diferentes, uma vez que, na relação entre texto e imagem, permitem-se complexas relações de sentido. O autor enfatiza ainda que hoje as novas tecnologias representativas trazem o texto e a imagem como um conjunto heterogêneo, tornando-se praticamente impossível traduzir um signo visual a partir de um signo linguístico. As leituras, nesse complexo de relação, não permitem apenas “tratar a imagem como ilustração da palavra nem o texto como explicação da imagem”.

Archela (1999) refere-se a uma representação gráfica como a que nos permite memorizar rapidamente um grande número de informações, desde que transcritas de maneira conveniente e ordenadas visualmente. Para que haja essa construção, a informação visual requer uma aprendizagem para ser realmente compreendida. Ela não é nem natural e nem espontânea, porque possui uma linguagem própria que precisa ser apreendida. Nessa abordagem, a representação gráfica faz parte de um sistema de sinais que os homens organizaram para armazenar, compreender e comunicar as observações mediante a construção da imagem.

A imagem, conforme Joly (1996), consiste efetivamente numa ferramenta que predomina na comunicação contemporânea. Em relação à sua leitura, reconhece a existência de fases diferenciadas no aprendizado difuso, uma vez que ela abriga uma grande quantidade de informações e níveis de leitura, e só o agrupamento dos elementos entrelaçados entre o domínio da imagem e da palavra permite decifrar suas complexas relações. A adaptação da imagem do blog “Ar Saudável, Vida Saudável” (2013), representada pelas imagens 1, 2 e 3, exemplifica o desafio de desestabilizar o leitor, causando-lhe desconforto e estranhamento pela ausência de palavras.

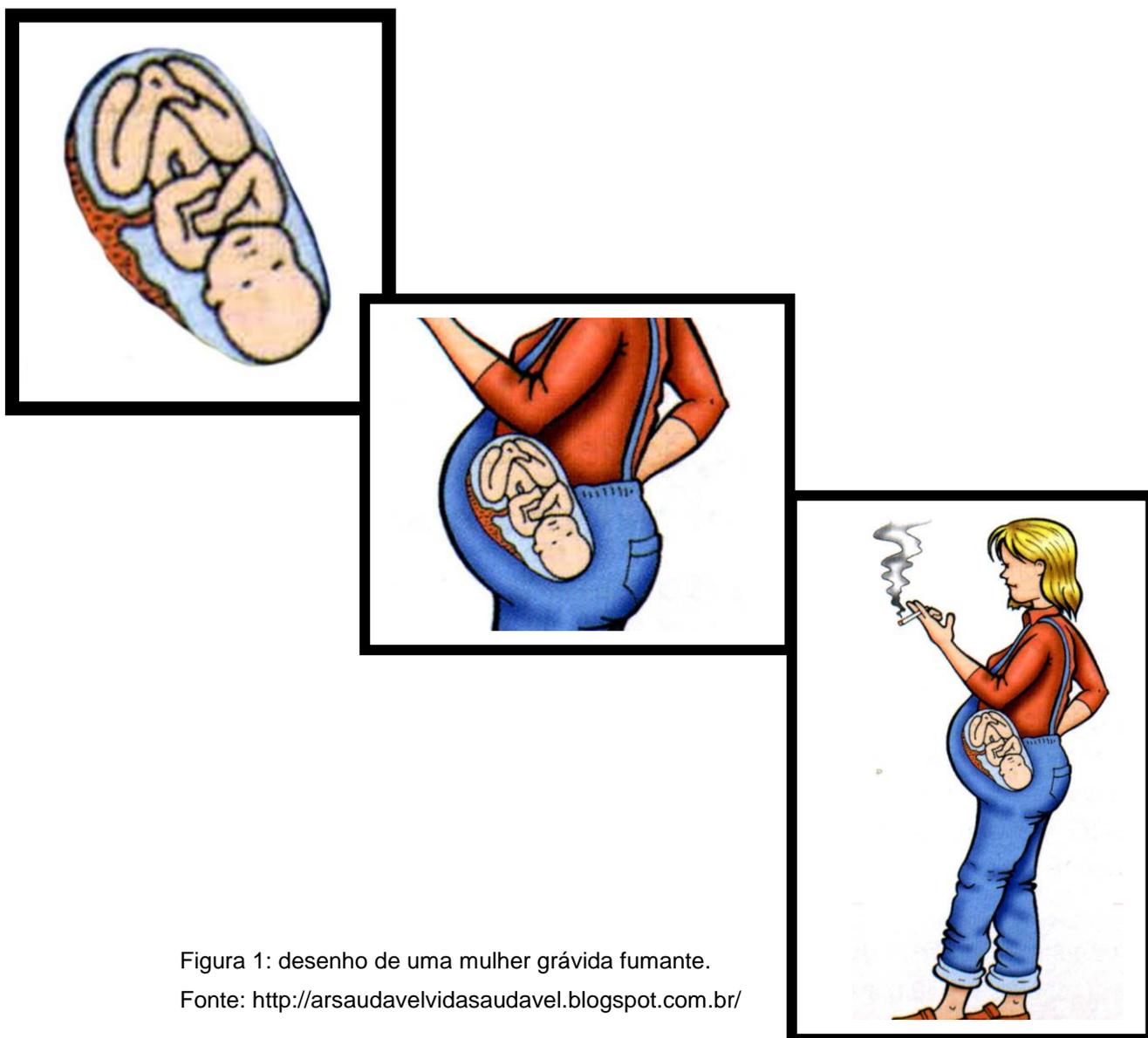


Figura 1: desenho de uma mulher grávida fumante.

Fonte: <http://arsaudavelvidasaudavel.blogspot.com.br/>

A primeira imagem mostra um feto em desenvolvimento e, na sequência, dentro do ventre da mãe; posteriormente, o mesmo feto está sendo gerado por uma mãe fumante. Diante dessas imagens, o olhar suspende o sujeito. Essa suspensão é à que Barthes & Compagnon (1987) se referem, na leitura imagética - que suspende o olhar quando o leitor é surpreendido e desarticulado pelo impacto da imagem. Para os autores, nessa desconstrução do sujeito conduzida pela leitura imagética, o sujeito é levado a interpretar a imagem lançando mão de subsídios como os necessários para a leitura de um texto. Após o estranhamento, o leitor passa a ordenar a sequência de sentido produzida pela imagem através de fragmentos

apresentados pela própria imagem. Nessa fase do processo de leitura, os autores explicam:

Em um processo de leitura, o *estranhamento* diz respeito à fase de *reconhecimento* (*desconstrução* do texto pelo leitor) e é seguida da compreensão, entendida como a *construção* de um novo texto segundo a interpretação de quem o lê (Barthes & Compagnon 1987).

Barthes (1990) questiona sobre os limites significativos da imagem com relação ao texto: ainda que na maioria das vezes o texto limite-se a ampliar um conjunto de conotações já explícitas; algumas vezes, a significação pode esgotar a riqueza da mensagem iconográfica. Refere ainda que, para algumas pessoas, a imagem é um sistema muito rudimentar em relação à língua; e que a palavra vem sublimar ou racionalizar a imagem. A significação do código de que os signos são dotados é sempre elaborada por uma sociedade ou por uma história.

Para o autor acima citado, a mensagem linguística frequentemente está ligada à imagem. Na comunicação de massa, as vinculações texto/imagem são intensificadas, pois a mensagem linguística está presente em praticamente todas as imagens: seja como título, legenda em propaganda, cinema ou matéria jornalística, por exemplo.

### 1.2.1 A representação do real

Durante muitos anos, desde a pré-história, a imagem permitiu uma relação cultural de tempo, espaço e da ideologia que demonstrava não só a essência da representação do real, mas também a própria realidade. Mas como identificar o que é realidade? O que é real? Diante das inquietações, buscamos a definição de realidade, que, para Ferreira (2000), *é tudo aquilo que existe efetivamente*.

Buscamos, então, na semiótica (ciência que estuda os signos), a significação, a representação e a interpretação de imagens representativas. É na representação que envolve o realismo crítico a respeito da criação científica que os fatos tornam-se idealizações sociais construídas a partir do signo, símbolo e ícone dos fatos descritos (MEDEIROS & MEDEIROS 2001).

As representações imagéticas às quais os autores (*ibid.*) se referem são as delimitadas, segundo Charles Sanders Peirce, em três tipos: o *signo*, que é a representação imagética do objeto; o *símbolo*, quando a representação estabelece

uma relação arbitrária convencionalizada entre o signo e o objeto - por exemplo, o termo cadeira; e o ícone, uma representação do objeto, com ênfase na semelhança que mantém uma relação de proximidade sensorial ou emotiva entre a imagem e o objeto, como uma pintura.

Para Barthes (1990), a fotografia como representação imagética pode ter a leitura de sua mensagem modificada de acordo com os complementos que a circundam, como a legenda, o título ou o comentário. E qualquer que seja a finalidade da mensagem, a fotografia, além de um produto, é um objeto original com as suas particularidades. Se tomarmos a realidade de uma imagem fotográfica, devemos levar em consideração que a mensagem fotográfica é acompanhada de concepções sociológicas dos grupos que a interpretam.

Durante o século XIX, a fotografia foi considerada uma reprodução mimética do real, pela sua semelhança ao que se refere, contrapondo-se à pintura. Dubois (1999) define esse conceito como *ícone*, trazendo a substituição da interpretação (ingênua) da semelhança entre a imagem e o referente, e a inclusão do discurso que destaque o poder transformador da imagem: a fotografia deixa de ser espelho e passa a representar uma realidade composta por signo, gestos, atitudes e expressões de aspectos culturais, morais e ideológicos. Nessa concepção, a imagem fotográfica passa a ser considerada *símbolo*. Percorrendo essa trajetória apresentada por Dubois, a fotografia como traço do real é uma relatividade cultural que passa a considerar uma nova percepção da imagem, despreendida da ilusão mimética. Nessa sequência, entende-se que, para o autor, a imagem é caracterizada como um *índice*, depois se torna um *ícone* à medida que se assemelha a algo e só depois que adquire um sentido torna-se *símbolo*.

Por sua vez, Barthes (1990) identifica a fotografia como um *analogon* do real, e caracteriza sua estrutura como denotativa; uma vez que a fragilidade conotativa da fotografia está na “mensagem sem código”. Para a categoria jornalística, o autor aponta a presença de estruturas inerentes à fotografia: texto e imagem.

Nessa perspectiva, Barthes (1990) caracteriza a insignificância fotográfica através da procura de sua conotação a partir de seus mecanismos de leitura. A conotação perceptiva é hipotética, porque a imagem apreendida por conotações da fotografia coincidiria com os grandes planos de conotação da linguagem. A conotação cognitiva trata-se de uma conotação ideológica, dependente da

informação sobre o mundo do leitor, ou seja, por meio de estereótipos presentes na sua formação sociocultural. A conotação ideológica é a possibilidade de conotar em uma ordem sintática, ao introduzir-se na leitura da imagem “valores e razões”, que podem não estar presentes nela mesma.

Medeiros & Medeiros (2001) apontam para a relevância da relação existente entre iconicidade e epistemologia. Nos livros didáticos, a representação cotidiana e realista apresentada pelas imagens pode tornar-se incoerente no que diz respeito aos objetos referidos teoricamente nos textos. No entanto, caracterizando a imagem pelo grau de iconicidade, de acordo com Moles (1976), temos correspondente o seu grau de realidade da representação da imagem em relação ao objeto representado (Tab. 1). Quanto mais elementos a imagem guardar do objeto representado, maior o seu grau de iconicidade. Quanto mais abstrata for a imagem, menos icônica se tornará. Um contorno ou desenho é menos icônico que uma fotografia, que por sua vez é menos icônica que o objeto real. Nesse sentido, exemplificamos, na figura 2, uma sequência de imagens de um mesmo objeto que apresentam grau de iconicidade diferentes na escala de iconicidade de Moles (1976).

Tabela 1. Escala decrescente de iconicidade segundo Moles (1976).

<b>Classe</b>	<b>Definição</b>	<b>Critério</b>	<b>Exemplos</b>
12	O próprio objeto.	Eventual parêntese no sentido de Husserl.	A vitrine de uma loja, a exposição.
11	Modelo bi ou tri dimensional.	Cores e materiais arbitrários.	Exibições factícias.
10	Esquema bi ou tridimensional	Cores ou materiais escolhidos segundo critérios lógicos.	Mapas com três dimensões
9	A fotografia ou projeção realista sobre um plano.	Projeção perspectiva rigorosa, semitons e sombras.	Catálogos ilustrados e afiches.
8	Desenho ou fotografia ditos “sem contornos” (Perfis em desenhos)	Critérios de continuidade e fechamento de forma.	Afiches, catálogos, prospectos e fotografias técnicas.
7	Esquemas anatômicos ou de construção.	Abertura da Carta ou do envelope. Respeito da topografia. Arbitrário dos valores. Quantificação dos elementos ou simplificação.	Corte anatômico, corte de um motor a explosão. Planejamento de cabos para um receptor de rádio.
6	Vista “estourada” (éclaté).	Disposição perspectiva das peças conforme suas relações de vizinhança topológica.	Objetos técnicos de manuais de instrução.
5	Esquema de princípio: eletricidade e eletrônica.	Substituição dos elementos por símbolos normalizados, passagem da topografia à tipologia.	Plano esquematizado do metrô. Plano dos cabos de um receptor de TV ou uma parte do radar.
4	Organograma ou Block esquema.	Os elementos são caixas pretas funcionais ligadas por conexões lógicas: análise das funções lógicas.	Organograma de um empreendimento. “Flow chart” de um programa de computador. Série de operações químicas.
3	Esquema de formulação.	Relação lógica e não topológica num espaço não geométrico entre elementos abstratos. Ligações simbólicas onde os elementos são visíveis.	Fórmulas químicas desenvolvidas. Sociograma.
2	Esquema em espaços complexos.	Combinação num mesmo espaço de representação de elementos esquemáticos (flechas, plano, objeto) em sistemas diferentes.	Forças e posições geométricas: esquemas de estática gráfica, representações sonográficas.
1	Esquema em espaço abstrato e esquema vetorial.	Representação gráfica num espaço métrico abstrato, de relação entre grandezas vetoriais.	Gráfico vetorial em eletro-técnica.
0	Descrição em palavras ou em fórmulas algébricas.	Signos puramente abstratos sem relação imaginável com o significante.	Equações e fórmulas. Textos.



Figura 2: xícara de café representada em diferentes graus de iconicidade

A primeira imagem, representada por uma fotografia, apresenta um alto grau de iconicidade, pois a imagem é rigorosa quanto à semelhança do objeto real. Na segunda imagem, a pintura com cores, tons e sobre tons assemelha-se a uma fotografia, entretanto tem um grau de iconicidade menor, pois se trata de uma pintura. A terceira é representada por um desenho, com grau de iconicidade menor que a pintura, mas, mesmo com traços grosseiros, é fiel quanto à forma do objeto. A quarta imagem é uma representação de um desenho digital, com grau ainda menor de iconicidade por apresentar o objeto, assim como na terceira imagem na forma esquemática. Segundo o autor, quanto menor a classe de iconicidade maior o nível de abstração.

Um outro tipo de representação de imagem presente nos livros didáticos de biologia são os desenhos. Segundo Bruzzo (2004), os desenhos são como formas visuais que desempenham funções ancoradas na palavra escrita, maneiras de dar uma forma visível à lógica do texto didático. As características desse tipo de representação tornam-no mais distante do “propriamente” visual. Em biologia, é comum encontrar o desenho ao lado da fotografia, a fim de explicá-la destacando pontos importantes, para que sejam observados na fotografia.

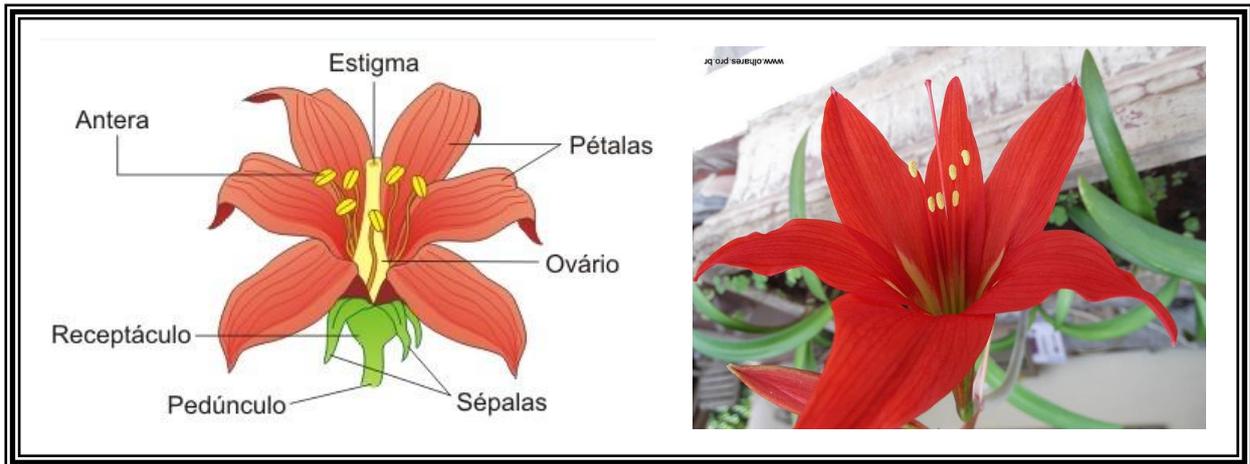


Figura 3: Flor de lírio representada em desenho e fotografia.

Fonte: <http://blogdojorgeelias.blogspot.com.br/2012/03/desenhos-de-biologia.html>

A figura 3 exemplifica o que foi explicado por Bruzzo (2004), quando se refere às representações de formas vivas. Segundo a autora, a marcante presença dos desenhos na representação da natureza não está relacionada a um estado imaturo da ciência. Transferir o objeto de uma fotografia para o desenho, em biologia, significa garantir os “mais altos níveis de precisão na representação”. Muitas vezes, uma representação menos realista pode tornar-se mais próxima do real, dependendo do contexto. Um exemplo utilizado pela autora para essa situação é o de um guia de identificação de aves. As ilustrações em desenho são mais úteis para identificar a ave, pois, no campo, esta se movimenta rapidamente; então para facilitar o reconhecimento da espécie, as formas esquemáticas representam melhor o real do que uma fotografia.

Os desenhos (Fig. 4) não só ajudam na fixação dos conceitos biológicos, como auxiliam na contextualização, pois, à medida que são utilizados nas leituras escolares em biologia, ganham forma e movimento para a apropriação dos conhecimentos científicos (Amorim, 2004).

Segundo Carneiro *et al.* (2003), no livro didático encontramos os esquemas para a representação dos conhecimentos biológicos, mais especificamente aqueles que abordam as interações entre os seres vivos e entre estes e o ambiente. O termo esquema caracteriza uma imagem polissêmica, sendo “a representação figurada do conhecimento”. Consideramos a sua definição de acordo com Vezin & Vezin (1988), em que “formas e dimensões são utilizadas para reproduzir apenas as características válidas” de uma categoria de objeto ou fenômeno (Fig. 4).

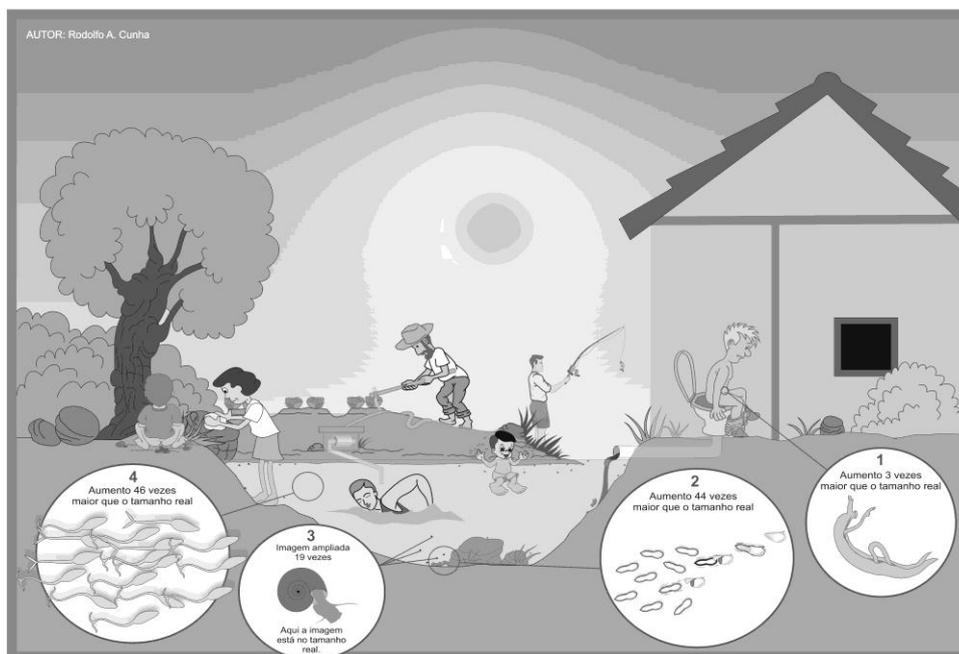


Figura 4. Cena iconográfica do ciclo de Esquistossomose exemplificada por desenhos em esquemas. [http://ww.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=54412](http://ww.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=54412))

### 1.3 O texto e a imagem no livro didático

O ato de ler tem dimensões sociais por gerar bens culturais que são adquiridos através dos textos. A busca por informações, ou simplesmente por entretenimento - seja através de uma leitura do texto televisivo, do texto fílmico, do texto científico ou do texto jornalístico - amplia os modelos históricos da leitura. Segundo Gouvêa (2001), lemos o mundo com códigos elaborados na organização da vida cotidiana, desde os tempos mais remotos - primeiro por meio de imagens, depois por meio da escrita. A apropriação da palavra e da imagem ao longo da história constrói e define os contornos dos atores sociais, autor e leitor, e das respectivas práticas sociais.

As relações entre os códigos verbal e visual são estabelecidas através de imagens. A função cognitiva da imagem e o contexto linguístico são desenvolvidos através de representações visuais. Como um meio de avaliar e reconhecer a importância da linguagem icônica presente nos Livros Didáticos, na década de 1990 o Plano Nacional do Livro Didático - PNLD dispôs uma orientação de como deveria ser a veiculação de ilustrações, através dos seguintes critérios:

(...) veicular ilustrações adequadas, que induzam à construção de conceitos corretos; trazer, nas ilustrações (fotos, esquemas e desenhos), citação de fontes, locais, datas e outras informações necessárias ao crédito; (...) (PNLD de ciência, 2007, p. 19)

Para Manguel (1997), o desenvolvimento de técnicas de impressão permitiu aos livros didáticos apresentarem impressão de imagens junto ao texto. Adquirindo assim uma perspectiva, na qual, para Kress *et al.* (1998), o visual é visto não como subordinado ou menos importante, mas como um modo de interação e cooperação com o linguístico. Segundo Barthes (1990), ilustrar um texto é diferente de desenhar uma história em quadrinhos, pois a leitura de imagens permeia uma ampla gama de interpretações, não se restringindo apenas à leitura de signos.

O texto do livro didático é organizado a partir de uma diversidade de linguagens, a saber: verbal (texto escrito), matemática (equações, gráficos, notações) e imagética (desenhos, fotografias, mapas, diagramas). Cada um desses diferentes modos semióticos pode ser considerado como mais ou menos apto para lidar com demandas comunicativas concretas (mostrar, descrever, explicar), e as relações entre eles podem ser de subordinação, complementação, oposição ou elaboração (KRESS *et al.* 2001; PICCININI & MARTINS 2004).

Martins (1997) afirma que, nos livros didáticos modernos, há uma marcante presença das representações visuais: fotos, gráficos, fluxogramas, diagramas esquemáticos, desenhos a mão livre e “tirinhas” de histórias em quadrinhos. Para a autora, nos livros modernos as ilustrações compõem o texto - é necessário ler as imagens e textos juntos. Há uma nova categoria de análise denominada “texto + imagem” que precisa ser estudada em conjunto para que se adquira a prática de leitura das imagens. Segundo Freitas & Rodrigues (2007), a relação entre imagem e texto, formas, cores, enfim toda a comunicação visual do impresso necessita ser observada, especialmente em relação à sua capacidade mediadora.

Nos livros didáticos de ciências naturais, assim como nos de biologia, o discurso científico escolar recorre a imagens com diferentes fins, e isso independe da faixa etária a que se destina a publicação. Por muito tempo, o texto escrito - o conteúdo - foi o mais importante e valorizado na hora de se produzir um livro, e as imagens desempenhavam um papel secundário ou simplesmente decorativo. Hoje, porém, a imagem passou a ser valorizada, e seu papel é visto como menos

decorativo e mais ilustrativo, no sentido de apoiar e complementar o conteúdo textual (Coutinho & Freire 2006).

As imagens apresentadas nos livros didáticos demonstram que foram recrutadas a serviço das recomendações curriculares recentes, com abordagens contextualizadas e interdisciplinares para os conteúdos científicos (Martins *et al.* 2005). A padronização de alguns formatos de apresentação - por exemplo, o uso de fotografias de objetos flutuando na superfície das águas turvas de rios em discussões acerca de temas como poluição; ou a baixa articulação entre texto e imagem demonstrada pela vinculação arbitrária entre a imagem de um vampiro, personagem em um filme comercial, e um texto sobre sangue - representa uma forma de inserção da imagem muito frequente em livros didáticos que não explora devidamente as relações entre ciência, cotidiano e cultura.

O uso de imagens aliadas ao texto verbal é de significativa importância nas ciências naturais (Coutinho *et al.* 2010). Temos nos recursos visuais dos livros didáticos um instrumento que fornece suporte às ideias e informações contidas. Dessa forma, a observação das imagens veiculadas por estes abrange questões como: a qualidade da impressão, a sua inserção ao longo do texto e a relação estabelecida entre texto e imagem. Segundo Vasconcelos & Souto (2003), os elementos informativos facilitam a atividade docente, assim como a compreensão do aluno, subsidiando a aprendizagem. Se as ilustrações estiverem apresentadas em excesso, ou escassas, podem resultar em deficiências metodológicas.

No que diz respeito a aspectos pedagógicos, econômicos, políticos e culturais, o livro didático faz parte da cultura e da memória visual de muitas gerações; e, ao longo de tantas transformações na sociedade, ele ainda possui uma função relevante para o estudante, na missão de atuar como mediador na construção do conhecimento. Através da apresentação em meio impresso, é possível estimular a atenção, intenção, pausa e concentração para refletir e compreender a mensagem, diferente do que acontece com outras mídias, como a televisão e o rádio, que não obrigam, necessariamente, o sujeito a parar. O livro, por meio de seu conteúdo, mas também de sua forma, expressa em um projeto gráfico, tem justamente a função de chamar a atenção, provocar a intenção e promover a leitura (FREITAS & RODRIGUES, 2007, GOUVÊA, 2008).

Os livros didáticos de biologia e ciências naturais devem ser um instrumento capaz de promover a reflexão dos aspectos da realidade, estimulando a capacidade

investigativa do aluno. Vasconcelos & Souto (2003) afirmam que estes têm uma função que os difere dos demais: a aplicação do método científico, estimulando a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões. Sendo assim, a forma com que a linguagem visual está apresentada é fundamental para facilitar a construção do conhecimento e ampliar o potencial pedagógico do livro, de maneira a tornar a aprendizagem dos conhecimentos escolares mais eficiente, satisfatória e prazerosa.

É sabido que, em Ciências, as imagens desempenham, sim, um importante papel na visualização do que se está querendo explicar. Às vezes, a própria conceituação depende da visualização, podendo-se dizer que a Ciência é inerentemente visual (MARTINS, 1997). Contudo, de acordo com Freitas & Rodrigues (2007), é necessário aprofundar a questão da mediação que a comunicação visual do livro promove, levantando pontos como: a apresentação do conteúdo de forma criativa, organizada e interessante; o estímulo ao estudo e a compreensão do conteúdo.

O recurso da imagem pode ter seu uso relacionado à concretização, à aproximação de algum lugar e ao estabelecimento do diálogo sobre as diferentes representações. Permite ao professor abordá-las numa forma de linguagem que possibilite o exercício de leitura/desconstrução/reconstrução e a crítica, através da observação de uma mesma figura, nos diversos aspectos relacionados à sua construção, leitura e interpretação em contextos de aprendizagem.

É importante compreender que, quando um texto escrito é aliado a imagem, seu entendimento é mais facilitado do que apenas por meio de palavras. Porém, de acordo com Coutinho *et al.* (2010), “nem toda imagem e nem toda relação texto-imagem é igualmente eficiente em promover a aprendizagem. Simplesmente adicionar palavras e imagens não garante um acesso à aprendizagem”. Para esclarecer melhor essa relação, apresentaremos a seguir alguns problemas relacionados às apresentações das imagens nos livros didáticos, principalmente nos de ciências naturais e biologia.

No que se refere à apresentação das imagens nos LDs, é marcante nos de biologia e ciências naturais a variedade de técnicas - fotografia, desenhos esquemáticos, pinturas, etc. - através das quais as imagens são produzidas. A diversidade de representações como, por exemplo, os esquemas abstratos, requerem habilidades de leitura para sua interpretação; o que se torna em uma

dificuldade quando não se está familiarizado com as diferentes representações em ciências (MARTINS *et al.* 2005).

De acordo com Espinosa (1996), as imagens podem comunicar conceitos e relações muitas vezes com mais clareza que a linguagem verbal. A autora defende, entretanto, que, para compreender a linguagem icônica, é necessária uma alfabetização visual do que se quer observar. O fato de um aluno visualizar a figura de maneira diferente de outros leva a uma necessidade de se averiguar a todo o momento o que os alunos percebem na imagem e que tipo de informação dela extraem para que todos decodifiquem a mesma informação buscada.

Problemas científicos são relatados em algumas imagens apresentadas por livros didáticos de biologia e ciências como, por exemplo, a representação de ecossistemas, observada em análise de imagens realizadas por Mendonça-Filho & Tomazello (2002). Os autores apontam que as imagens representativas do conceito de ecossistema nos livros didáticos de ciências muitas das vezes são generalistas e estereotipadas, não incluindo os seres humanos em seu ambiente mais comum: as cidades, além de limitar características de animais e de biomas ignorando o dinamismo dos ecossistemas.

No cerrado, os livros didáticos elegem o lobo-guará, na Mata Atlântica a onça, no mar, o golfinho, estabelecendo no estudante forte relação entre o componente da fauna eleito como símbolo e o ecossistema. No entanto, ao se entrar em contato com esses ambientes, tais indivíduos símbolos não são facilmente encontrados (Mendonça-Filho & Tomazello 2002, pp.154).

Para minimizar esse tipo de problema, é necessária atenção por parte dos professores ao usar as imagens como recurso de aprendizagem. Devem tomar consciência da sua importância como meio didático e como linguagem específica de transmissão de informação, e devem ser mais críticos com os livros textos que utilizam, uma vez que estes ainda mantêm a supremacia no processo de ensino-aprendizagem. A ideia de que os alunos podem ler imagens de formas diferentes e de que é preciso conhecer essas leituras para intervir em sua produção é fundamental, principalmente, se considerarmos o aluno participante ativo na produção do conhecimento escolar. As leituras produzidas pelos alunos sobre as imagens podem revelar dificuldades de elaborações conceituais do ponto de vista da Ciência, obstáculos epistemológicos ou suas concepções alternativas, assim como

valores e ideologias associados à produção científico-tecnológica (SILVA *et al.* 2006).

Os problemas existem, mas, como bem coloca Joly (2000), existem inúmeras possibilidades de um bom professor, usando um mau livro didático, desenvolver um excelente ensino e promover um extraordinário aprendizado. Diversas são as possibilidades de trabalho com essas imagens, sendo a visão do professor muito importante no momento de sua utilização, pois, para Freitas & Bruzzo (1999), a imagem permanece na memória visual com clareza e, muitas vezes, substitui o texto que foi esquecido.

## **2. AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE - CTSA**

Neste segundo capítulo, apresentaremos os principais referenciais teóricos relacionados às questões CTSA. Além de um breve histórico do seu surgimento, abordaremos essas relações na Educação, assim como no campo da biologia.

### **2.1 CTS / CTSA**

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), segundo Pinheiro (2005), correspondem ao estudo das inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. O enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento técnico-científico: tanto os benefícios que esse desenvolvimento possa trazer, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar.

Esse movimento surgiu em meados do século XX, no qual se tornava presente a concepção tradicional de ciência e tecnologia (C&T) como um processo linear, voltado para os grandes avanços tecnológicos. Para Cerezo (1999), naquele momento prevalecia a ideia de que o acúmulo do conhecimento científico, principalmente tecnológico, se desdobraria linearmente em progresso, crescimento econômico e bem-estar social.

De acordo com Santos & Mortimer (2002), acreditava-se que a ciência poderia solucionar os problemas da humanidade. Logo, pensava-se que, quanto mais investimento científico, maior o desenvolvimento tecnológico, resultando em maior poder econômico que, por sua vez, geraria o bem-estar social. Nesse sentido, foi atribuído ao conhecimento científico extremo valor em detrimento das demais áreas do conhecimento humano.

Nas décadas de 1960 e 1970, os avanços tecnológicos desenfreados resultaram na politização da ciência e da tecnologia voltada para atender as demandas militares e a degradação ambiental com o acúmulo de resíduos contaminantes, os acidentes nucleares e a bomba atômica. No contexto do pós-guerra, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade foram atribuídas aos

Estados, e caberia aos especialistas e técnicos a responsabilidade pelas inovações tecnológicas que atendessem a demanda militar (AULER e BAZZO, 2001). Considerando as consequências ambientais, esse movimento passou a considerar as implicações ambientais, incorporando a vertente ambiental. Passou a ser denominado Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) resgatando o papel da Educação Ambiental (EA) do movimento inicial do CTS.

De acordo com Garcia *et al.* (1996), a perspectiva CTS apresenta-se em termos globais de duas formas distintas. A primeira, norte-americana, considera que sua principal característica está em fazer uma abordagem das consequências sociais geradas por inovações tecnológicas, assim como também as influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições. A segunda é a Linha CTS de viés europeia. Esta possui grande ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando os diversos fatores - sendo eles: econômicos, políticos e culturais - que participam do nascimento das teorias científicas.

Segundo Luján López *et al.* (1996), as críticas que surgiram nos anos de 1980, conduziram o pensamento sobre ciência e tecnologia para uma mentalidade voltada para a compreensão de C&T com a participação da sociedade. Santos (2008) considera que a proposta CTSA incorpora uma reflexão sobre consequências ambientais, e ressalta que o movimento das décadas de 1970 e 1980 intensificou esforços para pensar um modo de minimizar os impactos ambientais e tecnológicos na sociedade.

Frente à necessidade de educação científica, segundo Canavarro (1999), esta deve apresentar propostas que nos permitam pensar e agir de forma independente, a partir de novas ideias e das competências que promovam a satisfação individual trazendo para si uma responsabilidade pessoal e social. Quando consideramos que a Educação Ambiental visa a formar cidadãos conscientes, isso se relaciona também com o papel da educação formal e do ensino CTS, que tem a formação da cidadania como seu objetivo geral. Ainda não existe uma compreensão clara quanto aos objetivos, conteúdos, às abrangências e modalidades do movimento CTS (Auler, Bazzo 2001; Vasconcelos & Santos 2008). E os problemas, como formação inadequada de professores, a falta de material didático e a necessária redefinição dos conteúdos programáticos ainda precisam ser superados (Vasconcelos & Santos 2008).

A concepção CTS de ensino exige que os currículos e programas levem em consideração outras dimensões do conhecimento científico para além da dimensão conceitual, adaptando-as aos aspectos da natureza da Ciência, da relação ciência/sociedade, ciência/tecnologia, tecnologia/sociedade e ciência/tecnologia/sociedade. Desse modo, foi acrescentado o agregado “A”, de Ambiente, para chamar a atenção sobre os graves problemas de degradação do meio que afetam a totalidade do planeta, ficando assim CTSA. Atualmente, considera-se que a educação em ciências deve trazer para o cotidiano os conceitos e procedimentos da ciência, a fim de contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens.

De acordo com Cachapuz, Praia & Jorge (2000), muitas críticas surgiram voltadas para as propostas de mudança curricular. Entretanto, o apelo para a abordagem de temas/problemas ganhou relevância, no sentido de que refletem sobre os processos da ciência e da tecnologia no cotidiano, e suas inter-relações com a sociedade e ambiente – CTSA.

Diante dos agravamentos ambientais, a discussão voltou-se para as questões que envolvem o nosso papel na sociedade - tanto individual quanto coletivo. O movimento CTSA repercutiu nas propostas curriculares, que passaram a incorporar mais um objetivo que não se restringia apenas à preparação do futuro cientista. Podemos destacar Santos e Mortimer (2000), no contexto brasileiro, e Aikenhead (1994), no contexto norte-americano, como pesquisadores que se dedicaram na elaboração de currículos com ênfase em CTS.

Aikenhead (apud Bernardo 2008, p.45) exemplificou os objetivos de CTS estabelecendo categorias. Estas integram os conteúdos de CTS aos conteúdos tradicionais de ciências em várias propostas curriculares. O modelo de abordagem CTS proposto por Aikenhead (1990) implica inicialmente no resgate de uma problemática extraída da sociedade; em seguida, uma tecnologia relacionada à temática deve ser apresentada e analisada; e os conceitos e habilidades científicas são definidos em função da temática e da tecnologia relacionada. Posteriormente, a tecnologia é retomada para análise com o suporte do conteúdo que foi estudado, e finalmente a questão social é re-discutida com vistas à tomada de decisão sobre o assunto (TEIXEIRA 2003).

O movimento CTS atualmente pode ser classificado em categorias que vão desde a inserção de CTS como elemento de motivação em currículos de ciências tradicionais, até o estudo de questões sociais relativas às inter-relações CTS, com

referência restrita a conteúdos científicos apenas para estabelecer vinculação científica. A comparação estabelecida entre os diferentes currículos de CTS com as categorias dos currículos tradicionais está representada no quadro 1:

Quadro1: Categorias de Ensino em CTS e sua descrição

Categoria	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Estudo tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina Científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	os conteúdos de ciências e sua sequência são organizados a partir do temas CTS, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. As listas dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: AIKENHEAD (1994 apud SANTOS e MORTIMER, p. 55-56 , 2000).

De acordo com Santos & Mortimer (2000), a categoria 1 demonstra uma atribuição não adequada, o que nos leva a entender que um curso classificado nessa categoria nem seja considerado como CTS. A categoria 2 mostra adequação às propostas CTS. A categoria 3 aborda uma visão de ensino CTS comum da literatura. Com um objetivo mais conceitual do ensino de ciências, apresenta-se a categoria 4. No entanto, a categoria 5 demonstra uma preocupação no que se refere à compreensão dos aspectos relacionados às questões entre ciência, tecnologia e sociedade. A Categoria 6, assim como a terceira, representa uma visão de ensino CTS que mais aparece na literatura e poderia estar inserida no conteúdo com o objetivo de enriquecer a aprendizagem através do enfoque CTS. A categoria 7 traz

uma abordagem mais radical de CTS quando comparada ao ensino tradicional conteudista, pois o conteúdo científico divide seu espaço curricular com questões sociais pertinentes a nossa sociedade contemporânea. Já a categoria 8 refere-se à forma mais restrita de abordagem dos conteúdos de CTS, sendo estes pontuais no ensino de ciências.

Dentro da perspectiva do ensino brasileiro, podemos identificar relações entre a abordagem CTS e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL 2002). A busca da interdisciplinaridade na área de ciências da natureza e suas tecnologias faz parte da reforma curricular do ensino médio no Brasil.

O enfoque CTS, segundo Auler (2006), envolve uma discussão estimulada pela participação da população nos processos de democratização, nas decisões em temas sociais envolvendo Ciência-Tecnologia. Segundo Auler e Delizoicov (2006), os objetivos das relações com enfoque CTS estão pautados em elementos comuns alicerçados filosoficamente na atuação do educador brasileiro Paulo Freire, que estimula a participação da população nos processos de democratização.

## **2.2 CTSA na Educação**

O movimento CTS compreende uma área em que os estudos se concentram na preocupação em abordar a C&T, buscando retratar suas relações sociais.

Visa também a ressaltar a importância social da ciência e da tecnologia, de forma a enfatizar a necessidade de avaliações críticas e análises reflexivas sobre a relação científico-tecnológica e a sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO 2007).

Segundo García *et al.* (1996 *apud* STRIEDER 2008), estão sendo desenvolvidos estudos e programas em CTS em três esferas: no Campo *acadêmico*, voltados para uma análise conceitual e mais contextualizada da ciência; no Campo das *políticas públicas*, defendendo a prática da participação pública ativa em questões que envolvem ciência e tecnologia; e no Campo da *educação*, promovendo a participação da sociedade no desenvolvimento científico-tecnológico, na busca de um ensino de ciências mais crítico e contextualizado.

No campo educacional, o enfoque CTS aborda suas inter-relações considerando secundária a abordagem de conceitos científicos, e as interações entre CTS funcionam como fator de motivação para uma compreensão crítica dessas interações (AULER 1998). De acordo com Santos (2001), essa abrangência se deve principalmente ao valor diferenciado que é atribuído à ciência, à tecnologia ou à sociedade. O autor destaca que essas tendências podem ser criticadas, mas nunca subestimadas, e as classifica em três categorias diferentes (CTS): aquelas que privilegiam a ciência, aquelas que deslocam esse privilégio para a tecnologia e as que o deslocam para a sociedade.

Santos (2007) destaca a alfabetização científico-tecnológica que, de alguma forma, está presente no currículo escolar e se constitui como um fator de influência para o seu planejamento. Então, são classificadas cinco categorias:

- 1) *argumento econômico*: que conecta o nível de conhecimento público da ciência com o desenvolvimento econômico do país;
- 2) *argumento utilitário*: que justifica o letramento por razões práticas e úteis;
- 3) *argumento democrático*: que ajuda os cidadãos a participar das discussões, do debate e da tomada de decisão sobre as questões científicas;
- 4) *argumento social*: que vincula a ciência à cultura, fazendo com que as pessoas fiquem mais simpáticas à ciência e à tecnologia;
- 5) *argumento cultural*: que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural.

Segundo Medina e Sanmartín (1990 *apud* Pinheiro *et al.* 2007, p.75), os objetivos que norteiam o enfoque CTS no contexto educacional são os seguintes:

- Questionar e refletir sobre as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza;
- Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático;
- Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis da educação;
- Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Contudo, o enfoque CTS no ensino influencia a condução e o conteúdo, evidenciando o contexto sociocultural e ambiental, nos quais situam a ciência e tecnologia. Do mesmo modo a ciência e a tecnologia influenciam os contextos, tendo resultados mútuos em suas inter-relações, que variam de época para época e de lugar para lugar (SANTOS & MORTIMER, 2002).

Para Auler e Bazzo (2001), a abordagem CTS no contexto educacional demonstra uma necessidade de modificação na estrutura curricular dos conteúdos, trazendo-os de um modo mais amplo (histórico, político, econômico e social) e situando a ciência e a tecnologia em novas concepções, vinculadas ao contexto social. Dessa forma, Santos e Mortimer (2000) nos chamam a atenção para alguns aspectos que precisam ser considerados em um currículo CTS:

Que cidadãos se pretende formar por meio das propostas CTS? Será o cidadão no modelo capitalista atual, pronto a consumir cada vez mais, independente do reflexo que esse consumo tenha sobre o ambiente e sobre a qualidade de vida da maioria da população? Que modelo de tecnologia desejamos: clássica, ecodesequilibradora ou de desenvolvimento sustentável? O que seria um modelo de desenvolvimento sustentável? Que modelo decisionista desenvolveremos no nosso aluno, o tecnocrático ou o pragmáticopolítico? (SANTOS & MORTIMER 2000, p. 17).

Diante dessas questões, não faz sentido pensar um currículo que não leve em consideração aspectos específicos do contexto. Desenvolver o currículo nessa vertente é estimular no docente a capacidade de participar do processo de repensar, refletir as reformulações curriculares, e não como mero repetidor de uma sequência de conteúdos previamente elaborados. Na perspectiva de instrumentalizar o educando para a sua melhor atuação na sociedade contemporânea, autores como Angotti e Delizoicov (1991), Santos (1992) Auler (2003), Santos (2008) têm dedicado seus estudos ao enfoque CTS. Santos (1992), em suas contribuições, destaca que a inclusão dos temas sociais é justificada pelas inter-relações entre aspectos da ciência, tecnologia e sociedade evidenciadas pelas condições do aluno para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão.

Auler (2002), Santos (2008) e Strieder (2008) abordam as inter-relações CTS com vistas à aproximação de pressupostos educacionais freireanos, nos quais “busca-se incorporar no currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana” (SANTOS 2008, p. 122). Outra abordagem das inter-relações CTS diz respeito à perspectiva da Pedagogia

Histórico-Crítica, de Demerval Saviani. Em síntese, de acordo com Teixeira (2003), essa pedagogia procura tornar o processo ensino-aprendizagem num movimento de superação da sociedade excludente, que historicamente vem marginalizando grandes parcelas da população.

### **2.3A abordagem CTSA no ensino na biologia**

O movimento CTSA dentro do currículo de biologia é de extrema importância, pois se preocupa em estimular o aluno a tomar decisões, sendo participante ativo na sociedade. Propõe uma educação voltada para a cidadania, considerando o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia e aspectos industriais da tecnologia em relação à falibilidade e natureza da ciência, assim como as discussões sobre opiniões e valores, além da ação democrática (SUTIL *et al*, 2008).

Na perspectiva CTSA, os estudantes devem desenvolver competências que lhes permitam avaliar os riscos e impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico em situações do cotidiano (SOLBES e VILCHES, 2005). De acordo com Freitas (2008), a educação básica propõe formar para a cidadania, de modo que cada pessoa possa atuar no mundo real e global. Direta ou indiretamente, a ciência influencia o dia a dia das pessoas, no entanto, na escola, os alunos poucas vezes vivenciam situações de ensino e aprendizagem que explorem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Como consequência, a população, na maioria das vezes, usufrui de produtos da ciência e da tecnologia sem compreender seus prós e contras (FREITAS 2008).

Com a educação cidadã, defendida pelos movimentos CTS/CTSA, o estudante passa a ter conhecimento de que fatos e ações relacionados à ciência e à tecnologia refletem em seu cotidiano. Mas isso não se dá apenas por mera identificação dessas relações, e sim pelo entendimento a partir da vivência dos fatos e ações, tomando para si a responsabilidade dos seus atos na sociedade; compreendendo, a partir dessa relação, que a expansão tecnológica devido ao uso da ciência pode produzir impactos na sociedade e no ambiente. Essa interpretação de impactos sobre o meio ambiente deve ser mediada por uma educação científica pautada numa perspectiva crítica e emancipatória do sujeito. A questão ambiental é uma preocupação cada vez mais presente em toda a sociedade e é uma realidade

com a qual o ser humano precisa aprender a conviver. Isso implica na necessidade de um ensino voltado para essa temática, que venha contribuir para a formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para a existência humana (VASCONCELLOS & SANTOS 2008).

Torna-se claro, e cada vez mais necessário, que as práticas sociais sejam fundamentadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação científica, para que a população desenvolva a capacidade de participar efetivamente do processo decisório. Com esse pensamento, é possível promover a consciência ambiental. Nesse sentido, autores como Farias e Freitas (2007) discutem fundamentos da educação ambiental, numa perspectiva integradora ao movimento CTS, considerando que a primeira tem em sua base os processos participativos dos indivíduos e coletividade, para a recuperação, conservação e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida. Para Jacobi (2003), em um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, a reflexão sobre as práticas sociais envolve uma importante discussão quanto à produção de sentidos sobre a educação ambiental. A questão que envolve a dimensão ambiental inclui um conjunto de fatores do universo educativo, potencializando o engajamento dos diversos sistemas de conhecimento numa perspectiva interdisciplinar.

Quando nos referimos à educação ambiental, situamo-la num contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, configurando-se como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. A produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, levando em consideração o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social; pois o desafio está no fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito. Efetivando, assim, a possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres, e se converter, portanto, em ator co-responsável na defesa da qualidade de vida (JACOBI 2003 p. 197). No entanto, isso exige de nós uma necessária reflexão sobre os desafios para mudar as formas de pensar e agir em torno da questão ambiental numa perspectiva contemporânea.

A educação deve priorizar o aluno como cidadão e servir de meio para que o mesmo participe da crescente reconstrução da sociedade. Para isso, Freitas (2008) aponta a educação como um processo dinâmico - em constante elaboração de conhecimentos submetidos à análise crítica -; que valorize e aplique princípio éticos,

considerando as questões socioambientais; em que haja democracia nos processos decisórios e que o coletivo interfira e transforme a realidade. Esse é um constante desafio posto para a escolha das estratégias didático-pedagógicas que possibilitem que o aluno desenvolva as competências necessárias para esse tipo de aprendizagem.

Dentre as inúmeras estratégias didático-pedagógicas existentes, podemos destacar o livro didático como representante de um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, por apresentar algumas características básicas. Segundo Santos (2001), os critérios que os livros didáticos devem portar são: responsabilidade, influências mútuas, CTS, relações com as questões sociais, balanço de pontos de vista, tomadas de decisões e resoluções de problemas; ação responsável e integração de um ponto de vista. Corroborando com as intenções dos movimentos CTS/CTSA, há a perspectiva didática que defende a educação sem memorização, voltada para o crescimento social e pessoal do aprendiz e com valorização da história da ciência no contexto sociocultural. Tal perspectiva seria uma tendência atual na Didática das ciências, defendendo que a ciência é um tipo de cultura em construção.

No ensino de biologia com o enfoque CTS, atualmente, tem crescido a preocupação com o papel do homem no planeta. Segundo Krasilchik (2005), as questões de ciência e tecnologia apontaram a necessidade da “alfabetização biológica”, que busca compreender conceitos básicos da biologia associando-os à prática cotidiana. E Cunha (2006) mostrou, em suas pesquisas, que o livro didático não vem apresentando atualizações no que diz respeito à inserção da Tecnologia e da Ciência à sociedade, mesmo com a necessidade posta pelo contexto, não só escolar como também social.

Na educação científica, a abordagem CTS está presente nas discussões das questões sociocientíficas em ensino de ciências (Santos 2011). Cachapuz *et al.* (2001) complementa essa discussão, apontando a falta de estrutura teórica para as questões desenvolvidas com relação às dimensões éticas da ciência. Para que haja um avanço, seriam necessárias novas propostas metodológicas que orientassem as ações dos professores nesse campo não só de natureza multidisciplinar, mas de complexas relações políticas.

Auler (2011) acrescenta que particularmente no Brasil o movimento CTS vem crescendo na busca de uma participação social vinculada ao ensino de ciências. O

cenário de problemas educacionais é marcado historicamente pela busca de inovações metodológicas, pautadas em uma visão tecnocrática que reflete diretamente na construção do currículo. De um modo geral, não há uma participação da comunidade escolar na escolha dos temas/problemas abordados em CTS, marcando um passo importante na elaboração curricular. Os professores é que desempenham esse papel.

### 3. A PESQUISA

Com a definição dos objetivos, buscamos analisar as imagens dos capítulos de biotecnologia presentes nos livros didáticos de biologia, para entender de que modo estão relacionadas às questões CTSA. Para isso, as abordagens quantitativa e qualitativa da pesquisa foram baseadas na análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Realizamos uma leitura exploratória dos livros adotados no município de Angra dos Reis, a fim de identificar as coleções pertencentes ao Plano Nacional do Livro para o ensino médio do triênio 2012-2013-2014, e assim selecionar as coleções para o nosso estudo.

No período de sua realização, essa pesquisa estava associada ao projeto **Ensino de Ciências: desempenho de estudantes, práticas educativas e materiais de ensino**, parceria entre Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/UNIRIO, a Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Universidade de São Paulo/USP, e contava com o apoio do Edital 01/2008/CAPES/INEP/SECAD, do Programa Observatório da Educação. Logo, a escolha do município de Angra dos Reis se deveu ao fato de este ser área de estudo do Projeto supracitado. As escolas de ensino médio vinculadas ao projeto pertencem a três municípios: Angra dos Reis, Paraty e Mangaratiba. São regidas pelo polo administrativo da Coordenadoria Estadual da Baía de Ilha Grande, que monitora 18 unidades escolares, sendo três localizadas no município de Paraty, duas no município de Mangaratiba, e as demais no município de Angra dos Reis, com uma escola indígena.

Os Livros Didáticos escolhidos constam no catálogo do Programa Nacional do Livro para o ensino médio (PNLEM 2012), sendo, portanto, indicados para o ensino médio em todo território nacional. Das oito coleções listadas pelo PNLEM 2012, cinco delas eram utilizadas nas escolas vinculadas ao projeto ao qual essa pesquisa pertencia. O primeiro livro analisado foi considerado como LD01; o segundo livro, como LD02; o terceiro, LD03, e assim por diante até LD05. Como critério de escolha, de acordo com Rego (2011):

(...) examinamos apenas as imagens que fazem parte da discussão conceitual do conteúdo, pois as relacionadas aos exercícios e atividades experimentais têm objetivos diferentes das primeiras, necessitando de uma investigação particular. (Rego 2011, p.50)

Das coleções analisadas, o tema biotecnologia está presente em apenas um volume, podendo ser apresentado em forma de capítulo ou compondo um item no capítulo sobre genética. Os livros analisados foram:

- **LD01 - Coleção Biologia para a Nova Geração:** Mendonça, V.; Laurence, J. Biologia -Ensino Médio, volume 3. 1ª edição. São Paulo: Nova Geração, 2010.
- **LD02 - Coleção Ser Protagonista:** Santos, F.S. dos; Aguillar, J.B.V e Oliveira, M.M.A. Biologia: Ensino Médio, 3º ano. 1ª edição. São Paulo: Edições SM, 2010.
- **LD03 - Biologia:** Martho, G.R & Amabis, J.M. Biologia das Populações - Ensino Médio, volume 3. 3ª edição. São Paulo: editora Moderna, 2010.
- **LD04 - Biologia:** César, Cezar & Caldini. Ensino Médio, volume 3. 10ª edição. São Paulo: editora Saraiva, 2010.
- **LD05 - Coleção Bio:** Lopes, S. & Rosso, S. Bio – Ensino Médio, volume 2. 1ª edição. São Paulo: editora Saraiva, 2010.

Para realizarmos o estudo das imagens, baseamo-nos no trabalho de Souza (2011) no que se refere aos procedimentos metodológicos; assim as classificações e categorias deste trabalho são as mesmas do autor. Para a contagem das imagens nos capítulos que abordavam biotecnologia, consideramos imagem mais legenda como unidade, ou imagens ligadas por textos, ou imagem sem legendas. As imagens foram numeradas de acordo com um código de identificação. Por exemplo, a imagem, cujo código é **2.8.63.1**, está localizada no livro 2 (primeiro número do código), no capítulo 8 (segundo número do código, unidade que corresponde ao tema biotecnologia), na página 63 (terceiro número do código) e é a primeira imagem da página. Os critérios de classificação das imagens encontradas foram:

- *tipo de imagem;*
- *presença ou não de legendas;*
- *função da imagem em relação ao texto.*

Quanto ao *tipo de imagem*, utilizamos a classificação proposta por Silva & Compiani (2006), adotada por Souza (2011): desenho, fotografia, gráfico, mapa,

tabela ou esquema. O último se refere às representações esquemáticas que apresentam níveis diferenciados de abstração e iconicidade da imagem, podendo ser em desenho, fotografia, ou a união desses dois tipos (Fig. 5). Nesse caso, de acordo com a escala de Moles (1976), para classificarmos o grau de iconicidade, consideramos o esquema como sendo uma única imagem, pois, no contexto do conjunto, a imagem que se refere ao micro - logo remete ao macro -, pois estão ligadas por um ciclo ou de forma esquemática.

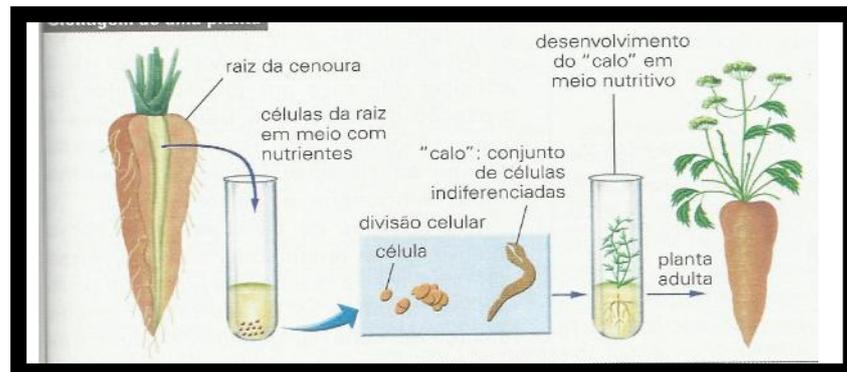
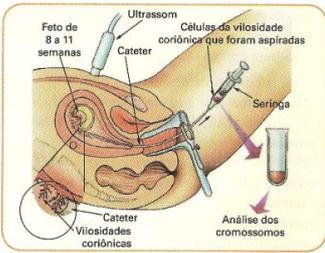


Figura 5: esquema simplificado da clonagem de uma cenoura.  
Mendonça & Laurence 2010 (1.10.201.1)

Para a determinação do seu nível de iconicidade, seguimos a classificação criada por Moles (1976), representada na tabela 1. Quanto à *presença ou não de legendas*, foram classificadas de acordo com o quadro 2:

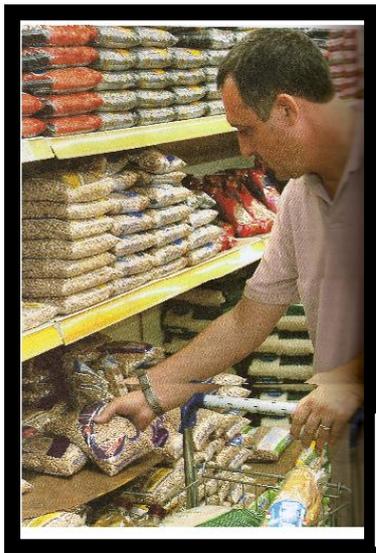
Sem legenda	Com legenda externa a imagem	Com legenda interna e externa a imagem
 <p>César, Cezar &amp; Caldini, 2010 (4.14.181.1)</p>	 <p>A ovelha Dolly nasceu em 1996 e foi sacrificada, sete anos depois, com sintomas de envelhecimento precoce.</p> <p>Mendonça &amp; Laurence, 2010 (1.10.201.2)</p>	 <p>Esquema de procedimento médico de coleta de amostra das vilosidades coriônicas. (A região pélvica da mãe está representada em corte longitudinal; cores-fantasia.)</p> <p>Lopes &amp; Rosso, 2010 (5.11.408.2)</p>

Quadro 2: representação da classificação quanto à presença ou não de legendas.

### 3.1 Categorização das imagens

Para o critério de classificação, foram adotadas as ideias de Souza (2011); quanto à função da imagem em relação ao texto, adotamos as seguintes categorias propostas por Silva & Compiani (2006):

1. *Facilitação redundante*: a imagem (geralmente com alto nível de iconicidade, como as fotografias) tem a função de confirmar ou comprovar aquilo que está expresso no texto escrito. A figura 6 a seguir exemplifica esta categoria:



“A biotecnologia faz parte do nosso dia-a-dia. Quando fazemos compras num supermercado adquirimos produtos que foram produzidos utilizando a biotecnologia” (Santos, Aguillar & Oliveira, 2010).

Figura 6. A biotecnologia no nosso dia-a-dia. (Santos, Aguillar & Oliveira, 2010) / (2.8.114.1)

2. *Catalisação de experiências*: refere-se a imagens que buscam uma organização e ordenamento da realidade e justapõem elementos de difícil proximidade, facilitando a verbalização ou provocando análises das informações que trazem, para que aquele contexto seja percebido da maneira mais completa possível (Fig. 7).

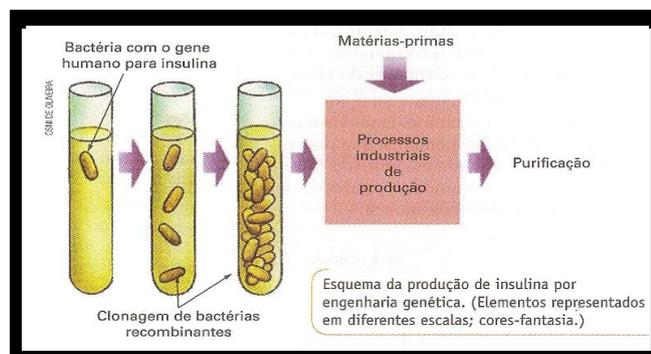


Figura 7: esquema de produção de insulina por engenharia genética (Lopes & Rosso, 2010). (5.11.394.1)

3. *Motivadora*: a imagem cumpre a função de representação das ilustrações genéricas relacionadas ao título do tema (Fig. 8).



Figura 8: fragmento do texto de Mendonça & Laurence (2010) com a imagem de molho de tomate produzido com tomates geneticamente modificados. (1.10.197.1)

4. *Explicativa*: é o tipo de imagem utilizada para explicar vínculos lógico-causais que regem processos de mudanças, são carregadas de símbolos, elementos esquemáticos e palavras que se integram ou superpõem ao elemento icônico (Fig. 9).

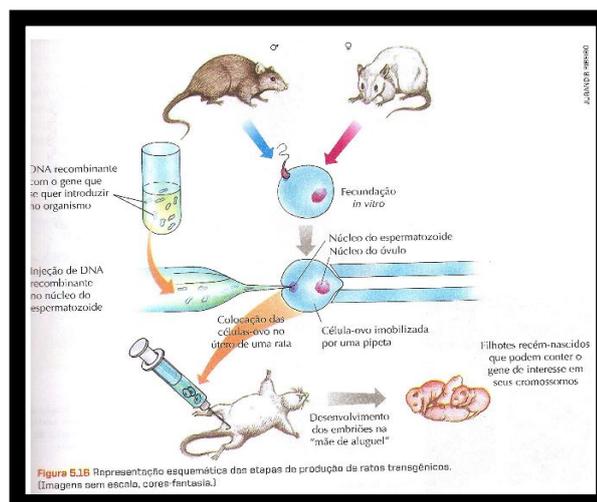


Figura 9. Representação esquemática das etapas de produção de ratos transgênicos. (Martho & Amabis, 2010)./ (3.5.137.1)

### 3.2 Categorização CTSA

Pesquisas e experiências voltadas para o enfoque CTS, segundo Palacios *et al.* (1996 *apud* PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO 2007), apresentam a classificação de Aikenhead de forma resumida pelos autores nas três principais modalidades a seguir.

- Enxerto CTS: introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia;
- Ciência e Tecnologia por meio de CTS: estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina, ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares;
- CTS puro: ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado.

O resumo dessa classificação nos norteou para a determinação das categorias de CTSA em nossas análises. Utilizamos, também, para a análise de texto-imagem, as características dos movimentos CTS/CTSA em associação à perspectiva adotada por Biava *et al.* (2011), que consideram a formação humana numa perspectiva de exercício de cidadania. As categorias são as seguintes:

1. *Relações entre a responsabilidade individual e coletiva*: quando abrange cenários problemáticos que evidenciam o papel de ciência e de tecnologia, a fim de provocar discussões acerca de assuntos que envolvam valores éticos, sociais e ambientais (Fig. 10).

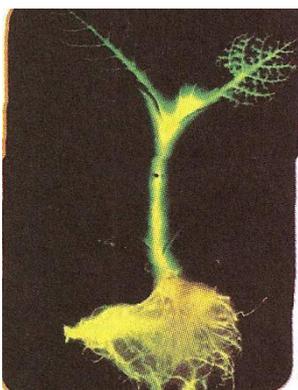


Figura 10. Fotografia de planta de tabaco com gene de vaga-lume, que lhe deu a característica de bioluminescência (5.11.405.2)

2. *Impactos sociais, éticos e ambientais na aplicação de tecnologia:* quando o livro didático indica os impactos e problemas éticos e sociais causados pelas aplicações da tecnologia (Fig. 11).



Figura 11. “Porcos geneticamente modificados para que seus órgãos se tornassem mais apropriados aos transplantes para seres humanos. Essa pesquisa foi encerrada, e os porcos não são mais produzidos”

3. *A tecnologia na solução de problemas:* quando a tecnologia influencia positivamente na sociedade e no meio ambiente (fig. 12).

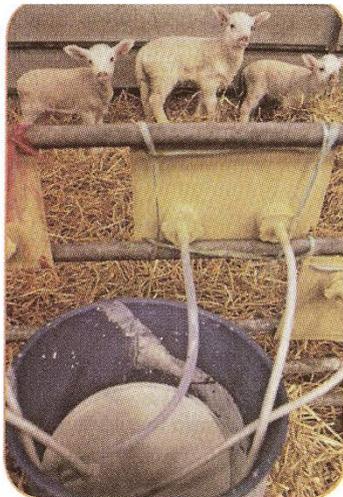


Figura 12. Fotografia de ovelhas transgênicas que expressam o gene humano que codifica a proteína alfa-1-antitripsina. A proteína é usada no tratamento de pessoas que não a produzem em quantidade suficiente, o que pode causar enfisema pulmonar. (5.11.404.2)

4. *Relação dos exemplos com a realidade:* quando os exemplos relacionam o conhecimento científico com a realidade no cotidiano (Fig. 13).

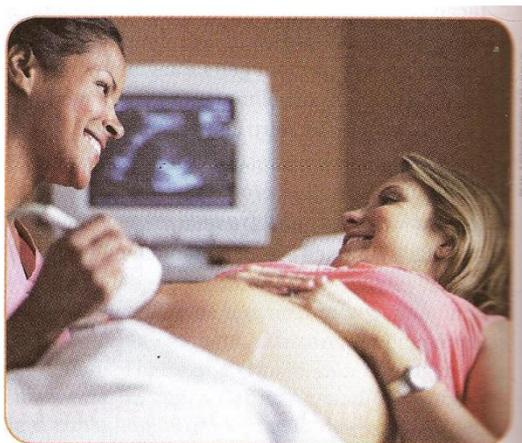


Figura 13. Fotografia de ultrassonografia realizada em gestante. (5.11.408.3)

## **4. A BIOTECNOLOGIA NO LIVRO DIDÁTICO: IMAGEM E SUAS RELAÇÕES CTSA**

Neste capítulo, apresentaremos o resultado da nossa pesquisa, e com ele o aprofundamento teórico do tema biotecnologia, que é um termo utilizado para se referir ao uso de técnicas e ferramentas usadas na engenharia genética para a obtenção de produtos clonados, transgênicos e melhorados geneticamente. No conteúdo dos livros de biologia, geralmente, esse tema é apresentado na terceira série do ensino médio. As imagens de biotecnologia, no enfoque CTSA e na relação texto-imagem, estão aqui analisadas e divididas em dois momentos. No primeiro momento, é apresentada a estrutura de cada livro analisado, com exemplos de imagens, trechos do texto e tabelas com a síntese das análises. O segundo momento abrange o panorama geral de como essas imagens estão postas nos livros didáticos da atual vigência (PNLD 2012). Como definido em nosso objetivo, buscamos identificar as abordagens sobre CTSA e refletir em que medida estas estão presentes ou ausentes no desenvolvimento do tema, na relação texto-imagem; e como estão apresentadas as relações de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, na abordagem da biotecnologia.

### **4.1 As coleções didáticas analisadas**

Para considerarmos o recorte de biotecnologia no livro didático, adotamos o conceito do tema proposto por Silva (2005), para as obras que não o apresentavam de forma explícita - como um capítulo ou item intitulado "biotecnologia". Para esses casos, foi considerado o capítulo que se referia às inovações biotecnológicas, que envolvem principalmente o sequenciamento de genomas de diversas espécies, inclusive a humana; as pesquisas com células tronco para uso terapêutico e os alimentos transgênicos, mais conhecidos como Organismos Geneticamente Modificados - O.G.M.

#### **4.1.1 - Biologia para a Nova Geração**

A primeira obra analisada foi Biologia para a Nova Geração (Mendonça e Laurence 2010). Catalogada como LD01, pertence a uma coleção composta por três

volumes destinada aos três anos do ensino médio. De acordo com o Guia de Livros Didáticos do PNLD 2012, essa coleção apresenta as seguintes atribuições:

A obra apresenta os conteúdos usualmente trabalhados pelo ensino de biologia, acrescentando a estes a discussão de temas contemporâneos do campo do conhecimento biológico em diálogo com outros campos do conhecimento, favorecendo assim a compreensão das diversas interações e apropriações que são feitas do conhecimento científico no contexto sociocultural. Desse modo, a obra apresenta a compreensão do fenômeno vida como manifestação de sistemas organizados e integrados em constante interação com o ambiente físico-químico e cultural, abordando a diversidade dos seres vivos, no nível de uma célula, de um indivíduo e de organismos interagindo no seu meio (PNLD 2012, p.45).

Nesse LD01, a capa apresenta o perfil de um humano, evidenciando uma imagem de uma cadeia de DNA em sua cabeça (Fig.14). Nesse livro, o tema biotecnologia está presente apenas no volume III, na Unidade II, capítulo 10, no subcapítulo 4, intitulado *Biotecnologia e Engenharia genética* (Fig. 15). Os itens que o compõem são: Organismos geneticamente modificados (OGM); Projeto Genoma; Terapia Gênica; e Clonagem. As legendas das imagens apresentam informações acerca do tipo de tecnologia utilizada para a produção/visualização da imagem (olho nu, lupa, microscópio de luz, microscópio eletrônico de varredura ou de transmissão).

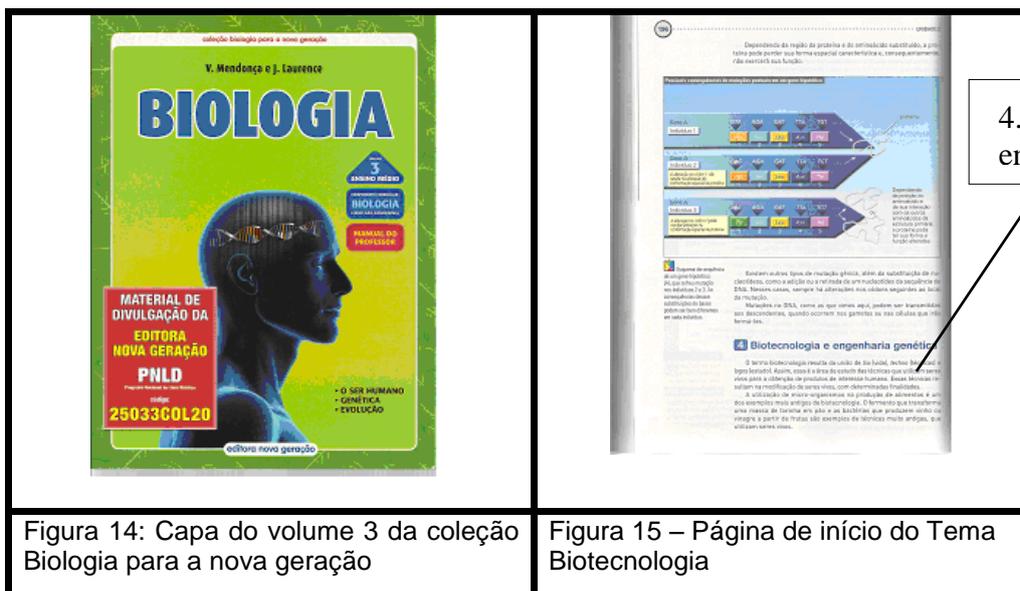


Figura 14: Capa do volume 3 da coleção Biologia para a nova geração

Figura 15 – Página de início do Tema Biotecnologia

4. Biotecnologia e engenharia genética

Essa obra apresenta cada volume dividido em três unidades, compostas por capítulos. O volume que abrange o tema biotecnologia está organizado em três unidades. Cada unidade está subdividida em capítulos. Todos os capítulos da obra estão estruturados em subcapítulos e itens. A Unidade I, intitulada “O ser humano: evolução, fisiologia e saúde”, é composta por cinco capítulos: Evolução humana; Fisiologia humana I: locomoção; Fisiologia humana II: coordenação nervosa e sentidos; Fisiologia humana III: digestão e nutrição; Fisiologia humana IV: respiração, circulação e excreção; Fisiologia humana V: controle hormonal. A Unidade II, intitulada “Genética”, é composta também por cinco capítulos: Genética: Primeira Lei de Mendel; Polialelia; Segunda Lei de Mendel; Genética pós-Mendel; biologia molecular do gene: síntese proteica e **engenharia genética**. A Unidade III, intitulada “Evolução humana”, é dividida em três capítulos: Evolução: conceito e evidências; Teoria sintética da evolução e genética de populações.

Os capítulos iniciam-se com um texto exploratório dos conhecimentos prévios acerca do tema, em seguida apresenta um texto expositivo. Cada capítulo é finalizado com uma seção intitulada *Vamos criticar o que estudamos?* Com um trecho de alguma notícia relacionada ao tema estudado, publicado em revista ou jornal; propõe a leitura do tema em um texto também publicado por algum meio escrito de divulgação e, ao final, apresenta atividades com questões a serem respondidas, divididas nas seguintes categorias: *Reverendo e aplicando conceito, trabalhando com gráficos, Ciência, Tecnologia e Sociedade e Questões do Enem e de vestibular*. Cada obra apresenta um glossário etimológico, índice remissivo e Bibliografia.

Nesse livro, sete laudas são destinadas à abordagem do tema biotecnologia, nas quais estão distribuídas nove imagens, aqui analisadas. Desse conjunto de imagens, cinco são fotografias e quatro são esquemas. Os esquemas são todos compostos por desenhos formados por diferentes níveis de abstração, no entanto o conjunto que resulta em uma imagem apresenta grau de iconicidade entre 6 e 7, enquanto que as fotografias apresentam grau 9, na escala que vai de 0 a 12, na classificação de Moles (1976).

Todas as imagens apresentam legendas. Nas fotografias, a legenda está externa à imagem; enquanto que nos esquemas as legendas estão presentes tanto interna quanto externamente. Das nove imagens, quatro apresentam a função de facilitação redundante (fotografias); uma tem função motivadora (fotografia); duas

são explicativas (esquemas) e duas são apresentadas como catalisação de experiência (esquemas) (Tab. 2).

Tabela 2. Síntese dos resultados da análise do livro LD01.

Imagem	tipo	Legenda	função	Grau de iconicidade	CTSA/ texto-imagem	tipo de esquema
1.10.197.1	fotografia	Externa	motivadora	9	Relação dos exemplos com a realidade	-
1.10.198.1	fotografia	Externa	Facilitação redundante	9	Relações entre as responsabilidades individual e coletiva	-
1.10.198.2	fotografia	Externa	Facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
1.10.198.3	fotografia	Externa	Facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
1.10.199.1	esquema	Interna/externa	Explicativa	7	A tecnologia na solução de problemas	desenho
1.10.201.1	esquema	Interna/externa	catalisação de experiência	8	Relação dos exemplos com a realidade	desenho
1.10.201.2	fotografia	Externa	Facilitação redundante	9	Relação dos exemplos com a realidade	-
1.10.202.1	esquema	Interna/externa	Explicativa	8	Relação dos exemplos com a realidade	desenho
1.10.203.1	esquema	Interna/externa	Catalisação de experiência	6	Relação dos exemplos com a realidade	desenho

Com relação à mensagem trazida pela imagem, podemos destacar a figura 16, em que se mostra uma mão de uma pessoa segurando folhas que apresentam manchas. Na imagem, pode-se observar a presença de um fruto. Essa descrição corresponde, segundo Roland Barthes (1990), ao sentido denotado da imagem, que fica mais claro quando lemos a legenda. A primeira mensagem foi fixada pela legenda, que reduziu os sentidos denotados possíveis da imagem a apenas um: trata-se de folhas de laranjeira infectadas por um tipo de bactéria.



Figura 16. Imagem fotográfica e legenda. (1.10.198.3)

Mas, como qualquer representação visual, essa imagem não escapa de conduzir uma segunda mensagem, uma mensagem conotada, como, por exemplo, poderia se tratar de um limoeiro, já que o fruto da laranjeira quando não maduro assemelha-se a um limão; e ainda que as manchas amarelas nas folhas poderiam ser causadas por uma intensa exposição solar. Esse segundo sentido que podemos abstrair dessa imagem é classificado por Barthes como sentido óbvio: é aquele que nos vem imediatamente. Portanto, o sentido atribuído a uma imagem é subjetivo e depende diretamente do nível de conhecimento que o leitor tem sobre aquilo que está sendo representado.

Na relação texto/imagem com as categorias de CTSA, quatro das imagens apresentam a relação dos exemplos com a realidade; três fazem menção à tecnologia na solução de problemas; uma apresenta relação entre a responsabilidade individual e coletiva; e uma se refere à tomada de decisões e solução de problemas. O capítulo inicia-se com uma abordagem de conteúdos e conceitos usuais da biologia, e somente no parágrafo que inicia o subcapítulo que o termo é apresentado destacando a utilização de técnica para interesse humano (Fig. 17).

No enfoque CTSA, as diferentes funções da imagem - tais como motivadora, explicativa, catalisação de experiências e facilitação redundante - são representadas como exemplo da realidade. Essa recorrência de exemplificação da realidade foi observada tanto nas fotografias, como na utilização de desenhos em forma de esquemas. Observamos também que, na maioria dos casos (Tab. 2), o texto não faz referência à imagem - elas estão dispostas de uma forma, como se fosse "natural" que o leitor fizesse essa correspondência.

O termo biotecnologia resulta da união de *bio* (vida), *techno* (técnicas) e *logos* (estudo). Assim, essa é a área de estudo das técnicas que utilizam seres vivos para a obtenção de produtos de interesse humano. Essas técnicas resultam na modificação de seres vivos, com determinadas finalidades.

Figura 17: Trecho retirado do parágrafo introdutório do subcapítulo de biotecnologia. (Mendonça & Laurence, 2010 p. 196)

Ao longo do texto, pudemos observar que a maioria das imagens estava relacionada a este como exemplo da realidade na utilização da biotecnologia. Destacamos um trecho do texto (Fig. 18) que apresenta quatro das nove imagens analisadas, no qual se apontam as polêmicas geradas através da mídia com relação aos organismos geneticamente modificados (OGMs). Exemplificamos aqui com uma de suas imagens (Fig.19).

O tema dos transgênicos tem sido muito discutido, não só entre cientistas, mas por toda a sociedade, principalmente pela intensa divulgação na mídia. A utilização de organismos geneticamente modificados na alimentação gera polêmica. Muitas pessoas levantam o aspecto da segurança alimentar, que os cientistas garantem existir, pois um alimento transgênico passa por uma série exaustiva de testes antes de ser liberado para consumo. Outros aspectos, porém, entram na discussão, como questões políticas, econômicas e ambientais.

Figura 18. Trecho obtido do item OGMs. Mendonça & Laurence, 2010 p. 198)



Figura 19. Fruto do algodão modificado geneticamente (Mendonça & Laurence, 2010, p. 198) / (1.10.198.2)

No trecho anterior (Fig. 18), evidenciam-se, de forma cautelosa, as discussões geradas em torno dos transgênicos. A utilização de uma técnica Biotecnológica deve ser levada em consideração no que diz respeito aos impactos sociais e ambientais causados. O texto não enfatiza essas questões, mas dá margem para uma problematização quanto à responsabilidade individual e coletiva e às consequências causadas pela tomada de decisões em busca da solução de problemas.

#### 4.1.2 - Ser Protagonista

A segunda obra analisada foi Ser Protagonista (Santos, Aguillar e Oliveira 2010), catalogada como LD02. Pertence a uma coleção constituída por três volumes destinados aos três anos do ensino médio. De acordo com o Guia de Livros Didáticos do PNLD 2012, essa coleção apresenta as seguintes atribuições:

A obra apresenta o conhecimento biológico numa complexidade crescente dos conteúdos, evidenciando exemplos de pesquisas científicas, ilustrações, cenas cotidianas e biodiversidade do Brasil. (PNLD 2012, p. 70).

No LD02, a capa apresenta um numeral 3, indicativo do volume, e a imagem que forma esse numeral é constituída por diversos tipos de folhas de diferentes espécies vegetais (Fig. 20). O tema biotecnologia é apresentado em um capítulo dentro da unidade I, que trata sobre conteúdos de Genética (Fig.21).



Nessa obra, os conteúdos estão dispostos em unidades, capítulos e módulos. As unidades dos três volumes da coleção apresentam a abertura dos capítulos com uma página de apresentação, que inclui uma imagem relacionada ao tema principal. Os capítulos estão divididos em módulos, e cada um deles é subdividido em itens e subitens. O tema biotecnologia, nessa coleção, pertence ao volume III, destinado ao terceiro ano do ensino médio. Esse volume está subdividido em três unidades, organizadas em capítulos. A unidade I, intitulada “Genética”, contém oito capítulos: Primeiras ideias sobre genética; Gregor Mendel e a genética; Métodos utilizados em genética mendeliana; Variações do monohibridismo; Segunda lei de Mendel; Genes ligados, mapas cromossômicos e anomalias genéticas; Determinação do sexo e influência na herança; **biotecnologia**. A Unidade II, intitulada “Evolução”, possui três capítulos: Teorias evolutivas; A origem e a evolução das espécies; Evolução da vida. E a Unidade III, intitulada “Ecologia”, inclui quatro capítulos: Ecologia básica: Relações ecológicas; Ecossistemas; Biomas; O ser humano e o ambiente.

Ao final de cada capítulo, apresenta sessões intituladas Práticas de biologia – com propostas de experimentos: Atividades - questões referentes aos temas trabalhados - e Ciência, tecnologia e sociedade – com textos, em geral, veiculados pela mídia, referentes a um aspecto do conteúdo principal do capítulo. Essa seção é finalizada com o *Para discutir*, que propõe perguntas a serem respondidas pelos alunos. As unidades são encerradas com seções: Vestibular e Enem e Para explorar. Em cada livro são sugeridos dois Projetos (1 e 2), que podem “envolver outras disciplinas e a comunidade escolar”, para serem “executados na metade e no final do ano letivo”. Ao final de cada volume, há um Glossário remissivo, Siglas das universidades citadas no texto principal e boxes, Referências bibliográficas, Créditos das fotografias e Créditos das ilustrações.

Nesse livro, o tema biotecnologia compõe um capítulo que apresenta 15 imagens, aqui analisadas, distribuídas em dez laudas. Dessas imagens, sete são fotografias; três são desenhos; e cinco, esquemas. Duas das fotografias são obtidas de modo (técnica) diferenciado das demais: uma de microscópio eletrônico de varredura (Fig. 22), e a outra se trata de uma radiografia de tórax (Fig. 23).

Figura 22. Micrografia eletrônica de varredura no sangue de uma pessoa com anemia falciforme.



Figura 23. Radiografia de um pulmão de uma paciente com tuberculose



Os desenhos são apresentados tanto de forma isolada (Fig. 24) como em forma de esquema (Fig. 25). O último é composto por desenho; apenas um tem a característica de fluxograma (Fig.26). Os esquemas apresentam diferentes níveis de abstração, no entanto o conjunto caracteriza uma imagem com grau entre 4 e 8 de iconicidade, enquanto que as fotografias apresentam grau 9 na escala que vai de 0 a 12, na classificação de Moles (1976).

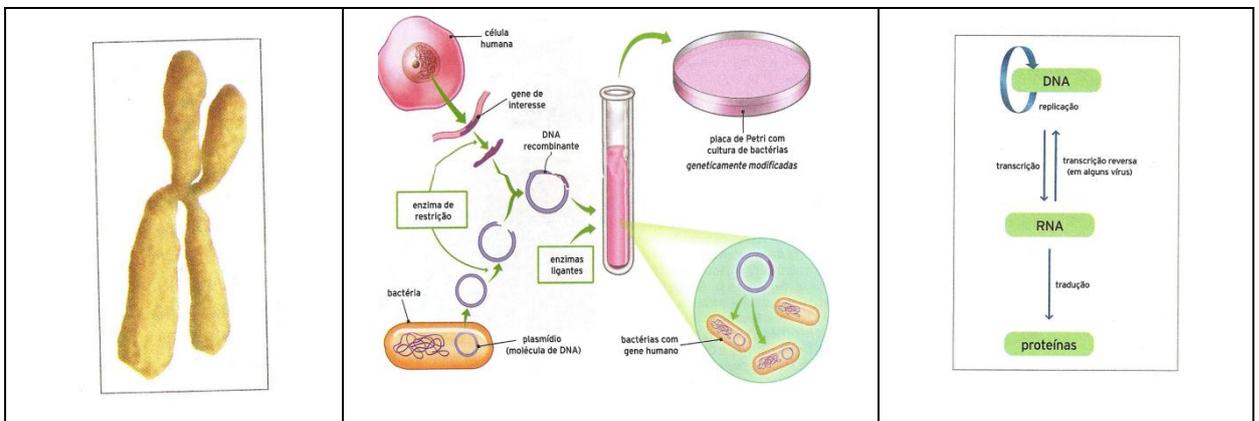


Figura 24 – desenho isolado – Ilustração de inúmeros cromossomos de um organismo eucariótico (2.8.117.1b)

Figura 25 – esquema com desenhos – representação do processo de DNA recombinante a partir do DNA humano e da bactéria *Scherichia coli* (2.8.119.2)

Figura 26 – Fluxograma – fluxo da informação gênica (2.8.116.2)

Todas as imagens apresentam legendas. As fotografias e desenhos possuem legenda externa à imagem, enquanto que os esquemas apresentam legendas tanto internas quanto externas. De acordo com a função da imagem em relação ao texto, das 15 imagens, cinco (três fotografias e dois desenhos) apresentam a função de facilitação redundante; quatro, explicativas (esquemas); três, catalisações de

experiência (um esquema, um desenho e uma fotografia); e três fotografias apresentam a função motivadora (Tab. 3).

Tabela 3. Síntese dos resultados da análise do livro LD02.

Imagem	tipo	legenda	função	Grau de iconicidade	ctsa/ imagem-texto	tipo de esquema/
2.8.114.1	fotografia	externa	motivadora	9	Relação dos exemplos com a realidade	-
2.8.115.1	esquema	interna/externa	catalisação de experiência	7	A tecnologia na solução de problemas	desenho
2.8.116.1	fotografia	externa	motivadora	9	Relação dos exemplos com a realidade	micrografia
2.8.116.2	esquema	interna/externa	explicativa	4	A tecnologia na solução de problemas	fluxograma
2.8.117.1a	desenho	externa	facilitação redundante	6	Relação dos exemplos com a realidade	-
2.8.117.1b	desenho	externa	facilitação redundante	7	Relação dos exemplos com a realidade	-
2.18.118.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
2.18.118.2	desenho	externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	-
2.18.119.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
2.18.119.2	esquema	interna/externa	explicativa	7	A tecnologia na solução de problemas	desenho
2.18.120.1	fotografia	externa	catalisação de experiência	9	Relação dos exemplos com a realidade	-
2.18.121.1	esquema	interna/externa	explicativa	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
2.18.122.1	esquema	interna/externa	explicativa	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
2.18.122.2	fotografia	externa	motivadora	9	Relações entre a responsabilidade individual e a coletiva	-
2.18.125.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	radiografia

Em referência à relação imagem/texto com as categorias de CTSA, nove fazem menção à biotecnologia na solução de problemas; cinco apresentam a

relação dos exemplos com a realidade, e uma mostra relações entre a responsabilidade individual e a coletiva. O trecho abaixo (Fig. 27), que finaliza o texto principal, chama a atenção para o símbolo que existe no rótulo dos produtos de origem transgênica. Abre a oportunidade de se discutir e questionar a responsabilidade individual no consumo desse tipo de alimento. Observamos que, em imagem de diferentes tipos (fotografia, desenho, esquemas, fluxograma), a função motivadora estava exclusivamente relacionada com exemplo da realidade no enfoque CTSA, e as com função explicativa estavam exclusivamente relacionadas à aplicação da tecnologia na solução de problemas.

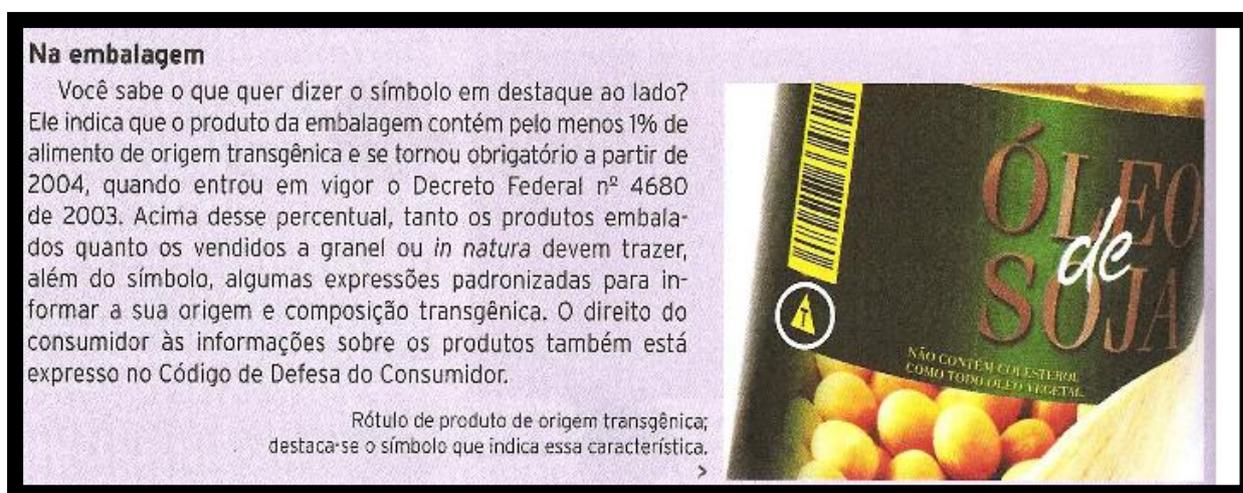


Figura 27 – Trecho e imagem da embalagem de produto de origem transgênica. (Santos, Aguillar & Oliveira, 2010 p.122) (2.18.122.2)

O capítulo é finalizado com a seção *Ciência, tecnologia e sociedade*, que traz uma reportagem sobre a vacina de DNA no tratamento da tuberculose. Apesar de o texto informar sobre uma novidade no avanço da ciência e tecnologia nas aplicações da biotecnologia, a ênfase se restringe à aplicação da tecnologia na solução de problemas. Porém, abre um espaço - mesmo não explícito no texto - para que seja feita uma associação às questões sociais com respeito ao acesso a esse tipo de vacina, que envolve questões políticas quanto aos investimentos destinados à saúde da população. Cabe também um debate sobre os impactos ambientais durante a produção, levando-se em conta as responsabilidades individuais e coletivas voltadas para a reflexão das atitudes como cidadão e como parte funcional do planeta.



Nessa obra, os conteúdos estão dispostos em unidades, capítulos e seções. Os capítulos são compostos por seções que abordam itens específicos do tema. Na abertura de cada capítulo, imagens e pequenos textos apresentam resumidamente os assuntos e a ideia central de cada seção. O tema biotecnologia nessa coleção pertence ao volume III. Esse volume está subdividido na seguinte ordem: Unidade A – Genética: A descoberta da segregação dos genes; Relação entre genótipo e fenótipo; Genes com segregação independente; Genética relacionada ao sexo e ligação gênica; Aplicações do conhecimento genético. Unidade B – Evolução biológica: Breve história das ideias evolucionistas; Teoria moderna da evolução; Origem das espécies e dos grandes grupos de seres vivos. Unidade C – Ecologia: Fundamentos da Ecologia; Dinâmica das populações e relações ecológicas; Sucessão ecológica e principais biomas do mundo; Humanidade e ambiente.

Ao final de cada capítulo, são apresentadas duas atividades de avaliação: *Questões para pensar e discutir* - com questões e sugestões de atividades e de pesquisas, para discussão e síntese dos assuntos; *Vestibulares pelo Brasil*, com questões de vestibulares do país. Grande parte dos capítulos contém um quadro denominado *Ciência e Cidadania*, em que são apresentados textos com alguns temas em destaque, relacionando a ciência ao cotidiano e ao exercício da cidadania, acompanhado de um *Guia de Leitura* para orientar o estudo. Todos os volumes apresentam no final: “Respostas”, “Siglas de vestibulares”, “Bibliografia” e “Índice remissivo”.

Na seção destinada à biotecnologia, que compõe o capítulo de genética, as oito imagens aqui analisadas estão distribuídas em sete laudas. Dessas imagens, sete são representadas em esquemas; e uma, em quadro. Seis dos esquemas são compostos por desenho (Fig. 30); e um é composto por desenho e fotografia (Fig. 31). Apresentam diferentes níveis de abstração, no entanto o conjunto caracteriza uma imagem com grau entre 5 e 8 de iconicidade, na escala que vai de 0 a 12, na classificação de Moles (1976).

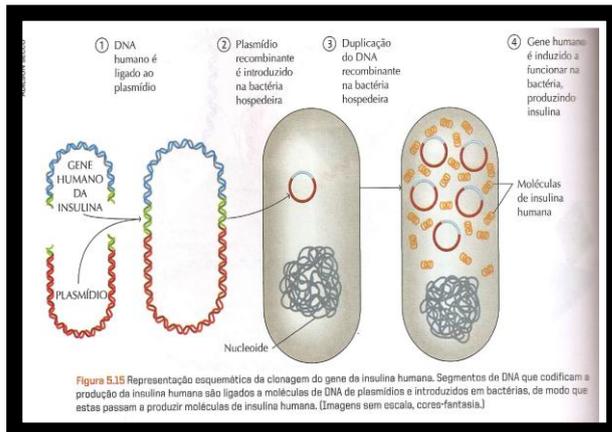


Figura 30 – Representação esquemática da clonagem do gene da insulina humana. p. 136 (3.5.133.1)

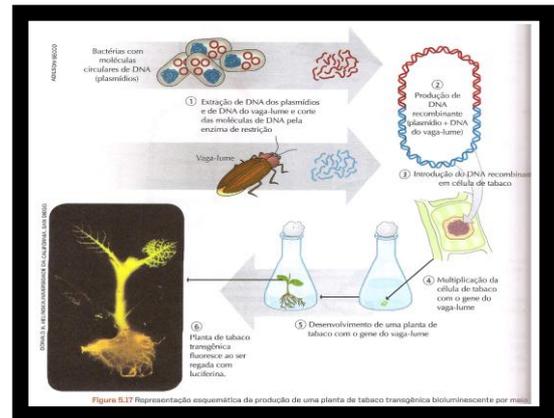


Figura 31 – Reprodução esquemática da produção de uma planta de tabaco transgênico. p.138 (3.5.138.1)

Todas as imagens apresentam legendas, tanto internas quanto externas. Com relação ao texto, das oito imagens, cinco apresentam a função de catalisação de experiência (4 esquemas de desenhos e 1 desenho + fotografia); e três são explicativas (dois esquemas e um quadro) (Tab. 4).

Tabela 4. Síntese dos resultados da análise do livro LD03

LD03	tipo	legenda	função	Grau de iconicidade	cta/ imagem-texto	tipo de esquema
3.5.132.1a	esquema	interna/ externa	explicativa	7	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.132.1b	quadro	interna/ externa	explicativa	3	A tecnologia na solução de problemas	-
3.5.133.1	esquema	interna/ externa	explicativa	4	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.134.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	5	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.135.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	5	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.136.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	4	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.137.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
3.5.138.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho+ fotografia

Em referência à relação da imagem/texto com as categorias de CTSA, todas fazem menção à biotecnologia na solução de problemas. Nesse livro, há uma maior quantidade de desenhos formando esquemas. Verificamos que as funções da imagem do tipo explicativas e catalisadoras de experiência tiveram uma recorrência no tipo de função com a abordagem CTSA. E, junto a todas as imagens, havia uma referência em texto escrito para exemplificar o que estava sendo apresentado. Abaixo, destacamos um dos trechos que mencionam a soja, hoje um dos produtos transgênicos produzidos pelo Brasil, e está relacionado à figura 31, pois a clonagem de soja também utiliza a mesma técnica da clonagem do tabaco.

Essas plantas de soja receberam um gene que confere resistência a determinados herbicidas, substâncias utilizadas para matar as ervas daninhas que crescem nos campos cultivados. Com isso, os agricultores podem utilizar herbicidas que matam todas as outras plantas, menos a soja transgênica: com a eliminação das plantas competidoras, aumenta a produtividade da lavoura de soja (Martho e Amabis 2010, p.138).

Mereceria um debate que pesasse, de um lado, os benefícios de se ter a soja como um alimento saudável aliado ao enxerto econômico desse produto no mercado; e, do outro lado, o desequilíbrio causado pelos impactos ambientais pelos responsáveis na produção em larga escala, em hectares que poderiam hoje estar destinados ao reflorestamento e à ocupação da fauna e flora nativas. A utilização da biotecnologia para a solução de problemas deve estar aliada à responsabilidade ambiental e social do que se pretende resolver. Deparamos-nos a todo instante com as diversas alternativas que nos exige uma reflexão dos impactos sociais, éticos e ambientais na aplicação de tecnologia.

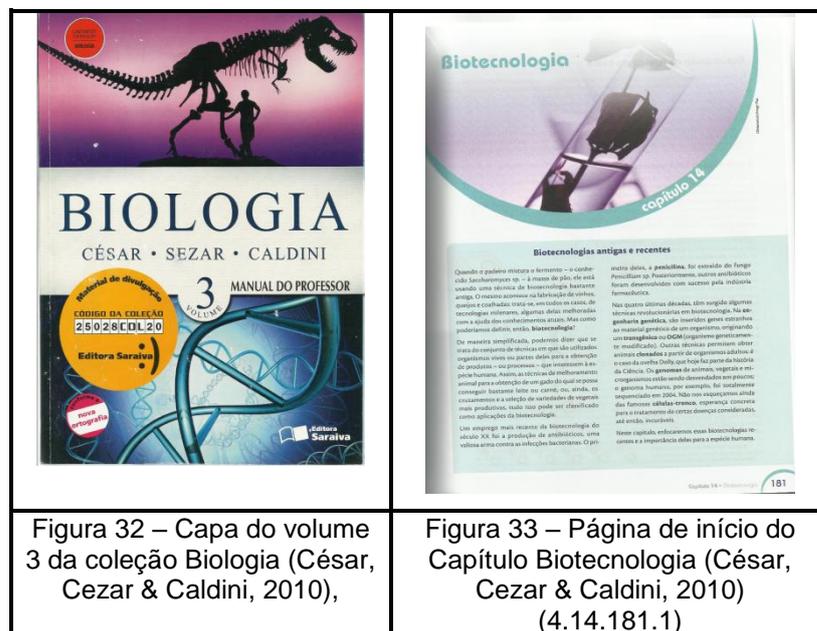
#### **4.1.4 – Biologia**

A quarta obra analisada foi Biologia (César, Cezar e Caldini 2010), catalogada como LD04. Pertence a uma coleção constituída por três volumes destinados aos três anos do ensino médio. De acordo com o Guia de Livros Didáticos do PNLD (2012), essa coleção apresenta as seguintes atribuições:

A obra traz a professores e alunos um material contendo conceitos, informações e procedimentos abordados de modo correto e atualizado. O

seu projeto gráfico-editorial está adequado ao nível de ensino médio, com bom número de imagens que ilustram e complementam os temas abordados, assim como estimulam a interação do aluno com os textos que compõem a coleção (PNLD 2012)

Na capa do LD04, apresentam-se duas imagens: a primeira retrata uma sombra de um humano apoiado a um esqueleto de dinossauro; a segunda, uma representação digital de uma cadeia de DNA (Fig. 32). O tema biotecnologia é apresentado em um capítulo dentro da unidade II, que trata de conteúdos de Genética (Fig. 33).



Essa coleção é composta por três volumes, cada qual dividido em Unidades temáticas e capítulos. Cada capítulo apresenta um texto inicial apresentando o conteúdo principal. O volume que abrange o tema biotecnologia está organizado com as seguintes unidades: Unidade I – Metabolismo celular: A atividade química da célula; O metabolismo energético – 1ª parte; O metabolismo energético – 2ª parte; Metabolismo de controle: o DNA, o RNA e a síntese de proteínas. Unidade II – Genética: Os trabalhos de Mendel: a primeira lei; A primeira lei de Mendel e a espécie humana; Genética e probabilidades; Os alelos múltiplos; Cromossomos sexuais e a herança de seus genes; A segunda lei de Mendel; A ligação gênica (linkage); Interação gênica; Anomalias genéticas na espécie humana; **Biotecnologia**. Unidade III – Evolução: Evolução - a vida em transformação; As teorias da evolução – Lamarck, Darwin e a seleção natural; As causas genéticas da

variabilidade; A formação de novas espécies; A Genética de populações; As origens da espécie humana. Unidade IV – Saúde humana: O parasitismo e os microrganismos parasitas do ser humano; Os vermes parasitas do ser humano; Outras doenças e acidentes causados por animais; Saúde e qualidade de vida.

Ao final de cada capítulo, é encontrada a seção de *Links* para a entrada em *sites* disponíveis na internet, para acesso de conteúdos relacionados ao tema do capítulo. Apenas no volume 3, nos temas referentes à Genética, apresenta questões resolvidas passo a passo relacionadas aos mecanismos de hereditariedade.

O capítulo de Biotecnologia apresenta 15 imagens, aqui analisadas, distribuídas em 15 laudas. Destas imagens, 12 são representadas por esquemas; duas, por fotografias; e uma, por tabela. Dos esquemas, cinco são fluxogramas (Fig. 34) e 10 são compostas por desenho (Fig. 35). As representações esquemáticas apresentam diferentes níveis de abstração, no entanto, o conjunto caracteriza uma imagem com grau entre 3 e 7 de iconicidade; enquanto que as fotografias apresentam grau 9; e a tabela, grau 1, na escala que vai de 0 a 12 na classificação de Moles (1976).

Quanto à legenda, 14 imagens a possuem; e uma fotografia, não. Em uma fotografia e um esquema, a legenda está externa à imagem; enquanto que os demais esquemas e tabela apresentam legendas, tanto internas quanto externas (Tab. 5).

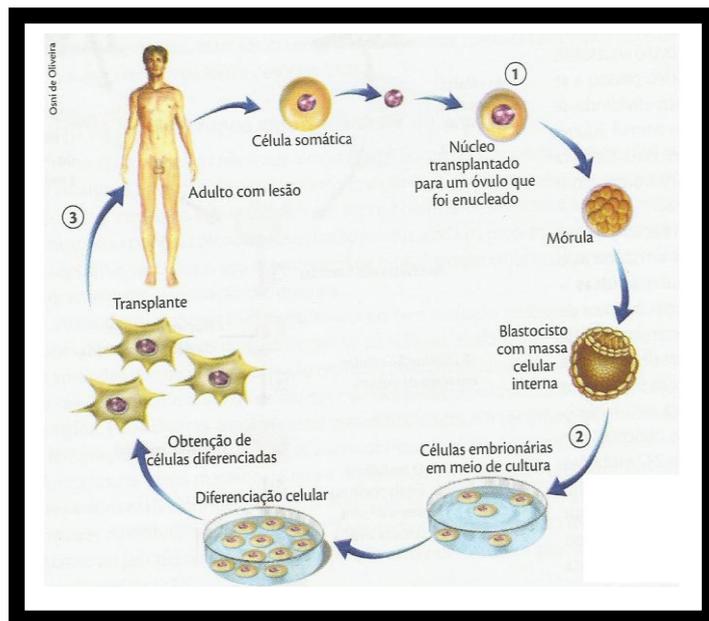


Figura 33 – esquema representando os procedimentos realizados para a clonagem terapêutica (César, Cezar & Caldini, 2010, p.193) (4.14.183.1)

Tabela 5. Síntese dos resultados da análise do livro LD04

LD04	tipo	legenda	função	Grau de iconicidade	ctsa/ imagem- texto	tipo de esquema
4.14.181.1	fotografia	sem	motivadora	9	A tecnologia na solução de problemas	-
4.14.182.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	5	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.183.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência.	6	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.185.1	esquema	externa	facilitação redundante	6	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.185.2	esquema	interna/ externa	explicativa	5	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.186.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
4.14.187.1	esquema	interna/ externa	explicativa	6	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.188.1	esquema	interna/ externa	explicativa	7	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.189.1	esquema	interna/ externa	explicativa	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.191.1	esquema	interna/ externa	explicativa	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.192.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
4.14.193.1	tabela	interna/ externa	explicativa	1	A tecnologia na solução de problemas	-
4.14.193.2	esquema	interna/ externa	explicativa	3	A tecnologia na solução de problemas	-
4.14.194.2	esquema	interna	catalisação de experiência.	3	A tecnologia na solução de problemas	-
4.14.195.1	esquema	interna/ externa	explicativa	4	A tecnologia na solução de problemas	desenho

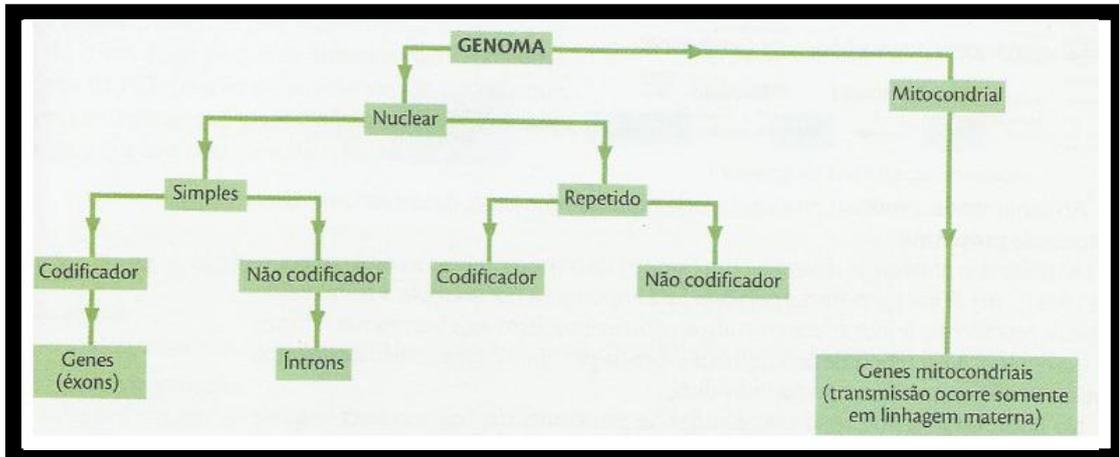


Figura 34 – Esquema da composição do genoma humano (César, Cezar & Caldini, 2010, p.193) (4.14.193.2)

Observando-se a função das imagens com relação ao texto, duas delas apresentam a função de facilitação redundante (uma fotografia e um esquema); uma do tipo fotografia é motivadora (fotografias); oito são explicativas (sendo sete esquemas e uma tabela); e quatro do tipo esquema são catalisadoras de experiência (Tab. 5).

Apesar de todas as imagens apresentarem o enfoque CTSA voltado para a aplicação da tecnologia na solução de problemas, observamos que a função da imagem associada a essa abordagem apresenta-se nas do tipo motivadoras, explicativas, catalisadoras de experiência e de facilitação redundante. Na relação texto, imagem e CTSA, a legenda foi o que direcionou esse tipo de abordagem.

Na apresentação do texto principal, os autores destacam que só vão se referir à biotecnologia no aspecto da sua importância para a espécie humana. E, de fato, na relação da imagem/texto com as categorias de CTSA aqui observada, todas fazem menção à biotecnologia na solução de problemas (Tab. 5).

#### 4.1.5 - Bio

A quinta obra analisada, Bio, dos autores Lopes & Rosso (2010), catalogada como LD05, pertence a uma coleção constituída por três volumes destinados aos três anos do ensino médio. De acordo com o Guia de Livros Didáticos do PNLD 2012, essa coleção apresenta as seguintes atribuições:

A coleção apresenta articulação e coerência entre a fundamentação teórico metodológica da proposta pedagógica explicitada e o conjunto de textos,

exercícios e atividades que configuram o livro do aluno. Na abordagem do conteúdo e nas orientações de atividades, apresentam-se situações de diálogo que propiciam a expressão dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como formas diversificadas de avaliação da aprendizagem (PNLD 2012, p.27).

A capa desse LD05 apresenta imagem da cadeia de DNA em microscopia, em destaque (Fig. 35). Nessa coleção, o tema biotecnologia está presente no volume II, na unidade II, no capítulo 11, intitulado Biotecnologia (Fig. 36). Os itens que compõem esse capítulo são: 1. Introdução; 2. DNA recombinante; 3. Clonagem de DNA; Algumas utilizações práticas da clonagem gênica; 4. Identificação de pessoas; 5. Terapias gênicas; 6. Vacinas gênicas; 7. Programas de triagem populacional, 8. Clonagem, 9. Organismos transgênicos; 10. Recuperação de espécies em extinção; 11. Aconselhamento genético; 12. Diagnóstico pré-natal.

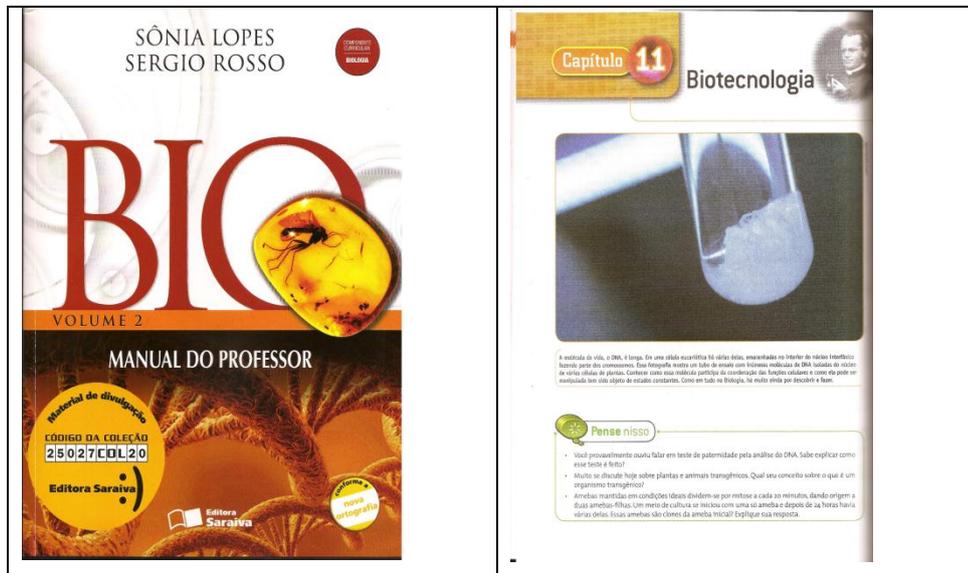


Figura 35: capa do volume II do livro Bio Lopes, & Rosso (2010)

Figura 36: Página de início do tema Biotecnologia (5.11.390.1)

A obra apresenta os temas usuais tratados pelo ensino de biologia. Cada volume está dividido em unidades e capítulos. Todos os capítulos dessa obra estão estruturados em subcapítulos, organizados na seguinte estrutura: Unidade I. A Espécie humana: Reprodução humana; Embriologia humana; Estrutura e função dos epitélios e dos tecidos conjuntivos; Estrutura e função dos tecidos musculares e do tecido nervoso; Sistemas digestório, respiratório, cardiovascular e imunitário; Sistema urinário, nervoso e endócrino. Unidade II. Genética: A genética e os genes; A herança de uma característica; A Herança simultânea de duas ou mais

características; Outros mecanismos da herança; **biotecnologia**. Unidade III. Evolução: Processos evolutivos; Genética de populações e especiação.

Os capítulos apresentam o conteúdo levantando questões iniciais (*pense nisso*) para as quais são apresentadas respostas no final do livro. As atividades propostas são divididas em seções, e apresentam propostas como: pesquisa e redação de textos, roteiro de Estudo, questões formuladas com referência à matriz do novo Enem.

No capítulo Biotecnologia, são apresentadas 23 imagens, aqui analisadas, distribuídas em 21 laudas. As imagens são do tipo fotografia (11), esquemas (11) e desenho (1). Das fotografias, uma é obtida de microscopia óptica (Fig. 37), enquanto que, dos esquemas, três são compostos por desenho; dois por desenho + fotografia; e cinco são fluxogramas. As representações esquemáticas apresentam diferentes níveis de abstração, no entanto o conjunto caracteriza uma imagem com grau de iconicidade entre 3 e 8, enquanto que as fotografias apresentam grau 9 na escala de 0 a 12 da classificação de Moles (1976).

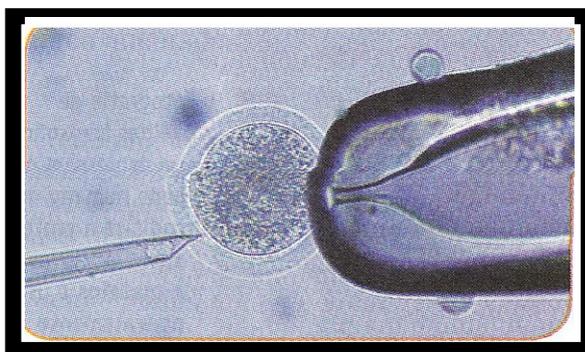


Figura 37 – Fotomicrografia mostrando a introdução do material genético em ovócito de mamífero (Lopes & Rosso 2010, p.403)  
5.11.403.2

Todas as imagens apresentam legendas. Nas fotografias e desenhos a legenda é externa à imagem. Em 10 dos esquemas, as legendas são tanto internas quanto externas; e, em 01, a legenda é apenas interna. Quanto à função das 23 imagens analisadas, 14 apresentadas são de facilitação redundante (10 fotografias, 2 desenhos e 1 esquema), 01 é motivadora (fotografia), 05 são explicativas (esquemas) e 03 esquemas são catalisadores de experiência (Tab. 6).

Tabela 6. Síntese dos resultados da análise do livro LD05

LD05	tipo	legenda	função	Grau de iconicidade	ctsa/ imagem-texto	tipo de esquema
5.11.390.1	fotografia	externa	motivadora	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.391.1	esquema	interna	explicativa	3	Relação dos exemplos com a realidade	fluxograma
5.11.392.1	esquema	interna/ externa	explicativa	5	A tecnologia na solução de problemas	fluxograma
5.11.393.1	esquema	interna/ externa	explicativa	6	A tecnologia na solução de problemas	fluxograma
5.11.394.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	7	A tecnologia na solução de problemas	fluxograma
5.11.395.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho+ fotografia
5.11.396.1	esquema	interna/ externa	explicativa	6	A tecnologia na solução de problemas	desenho
5.11.396.2	esquema	interna/ externa	facilitação redundante	6	A tecnologia na solução de problemas	fotografia
5.11.397.1	esquema	interna/ externa	catalisação de experiência	8	A tecnologia na solução de problemas	desenho
5.11.399.1	esquema	interna/ externa	explicativa	8	Relação dos exemplos com a realidade	desenho
5.11.402.1	esquema	interna/ externa	facilitação redundante	8	Relação dos exemplos com a realidade	desenho+ fotografia
5.11.403.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	Relação dos exemplos com a realidade	-
5.11.403.2	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	micrografia
5.11.404.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.404.2	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.405.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.405.2	fotografia	externa	facilitação redundante	9	Relações entre a responsabilidade individual e coletiva	-
5.11.405.3	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.406.1	desenho	externa	facilitação redundante	8	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.406.2	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.408.1	fotografia	externa	facilitação redundante	9	A tecnologia na solução de problemas	-
5.11.408.2	esquema	interna/ externa	facilitação redundante	8	Relações entre a responsabilidade individual e coletiva	fluxograma
5.11.408.3	fotografia	externa	facilitação redundante	9	Relação dos exemplos com a realidade	-

No que diz respeito à relação imagem/texto com as categorias de CTSA, 16 delas fazem menção à biotecnologia na solução de problemas; 05 se referem à aplicação da biotecnologia com exemplos da realidade; e 02 fazem relação entre a responsabilidade individual e coletiva.

“...o uso da tecnologia tem um lado bom, que pode ser usado para a melhoria da vida em nosso planeta, mas tem também um lado ruim, quando não utilizada dentro de padrões éticos e morais”. (Lopes e Rosso 2010, p.391)

No trecho acima, obtido da introdução do capítulo que se refere à biotecnologia, podemos observar uma reflexão sobre a responsabilidade que se deve ter nas tomadas de decisão que envolvem as aplicações de técnicas biotecnológicas.

## **4.2 A Imagem em Biotecnologia e suas relações CTSA**

Neste capítulo, damos continuidade aos nossos resultados, buscando responder aos questionamentos que surgiram após as análises estruturais das imagens feitas no capítulo anterior. Qual(is) tipo(s) de imagem está(ão) relacionado(s) à abordagem CTSA? Existe uma recorrência?

### **4.2.1 Panorama das imagens e CTSA nas coleções**

Foram analisadas 70 imagens dos capítulos sobre biotecnologia, distribuídas em cinco livros didáticos. Em ordem decrescente de representação, o LD05 apresentou o maior quantitativo de imagens com 34%; seguido do LD02 e LD04 com 21% cada; LD01, com 13%; e LD03, com 11%.

Com relação ao tipo de imagem, os esquemas foram divididos em três categorias: esquemas formados somente por desenho - que representam 39% do total da análise; esquemas com característica de fluxograma - representado 13%; e esquemas formados por desenhos e fotografias, com 4%. As fotografias representam 36%; e os desenhos isolados representam 6%; enquanto quadro e tabela representam 1% cada.

Quanto à legenda, 55% das imagens apresentam legendas internas e externas; 41% são externas; 3%, internas; e 1% das imagens não apresenta legenda. Quanto à função da imagem em relação ao texto, 36% das imagens representam a função de facilitação redundante; 31%, explicativa; 24%, de catalisação de experiência; e 9%, motivadora. A partir da análise das características formais e funcionais das imagens selecionadas, iniciamos a nossa leitura destas em referência aos sentidos produzidos em relação à abordagem CTSA. A relação das características dos movimentos CTS/CTSA, no texto-imagem, mostrou que 73% dessa relação referem-se à utilização da biotecnologia na solução de problemas; 20% relacionam os exemplos das aplicações da biotecnologia com a realidade; 3% são voltadas para a tomada de decisões e solução de problemas; e apenas 1% faz relação entre a responsabilidade individual e coletiva.

A maioria (73%) dos livros didáticos apresentou o texto voltado para a biotecnologia na solução de problemas, enfatizando que há uma necessidade do conhecimento de como funcionam as aplicações biotecnológicas. Estas se mostram como uma influência positiva para a sociedade e o meio ambiente, como na seleção de espécies para a agricultura e pecuária para uma alimentação saudável. Segundo Carneiro *et al.* (2003), atribuir ao conhecimento científico o enfoque tecnológico é questionar o valor da ciência - ainda que possa significar o acesso ao funcionamento da “maquinaria” tecnológica que move o avanço da ciência - sem avaliar de forma crítica os impactos causados em busca da melhoria de vida.

Nos livros aqui analisados, imagens com essa abordagem apresentavam, em sua maioria, função explicativa e de facilitação redundante. De acordo com Souza (2011), quando as fotografias, em livros didáticos de ciências, apresentam esse tipo função, são utilizadas para comprovar um fato, o que remete à visão da ciência como detentora da verdade. Os nossos resultados corroboram a afirmativa, pois se considerarmos o quantitativo de 36% de fotografias, verificamos que representam a função de facilitação redundante.

A relação CTSA esteve relacionada diretamente com o texto associado à imagem. Em todas as situações para a categorização do enfoque CTSA, a mensagem verbal associada à imagem foi o que nos permitiu a análise - o texto é que direcionava o sentido para a abordagem da tecnologia. Muitas das vezes observamos que o termo “biotecnologia” é tratado nos livros como a área de estudo das técnicas que utilizam seres vivos para a obtenção de produtos de interesse

humano, resultando na modificação de seres vivos com determinadas finalidades, sem expor vantagens e desvantagens da utilização para se obter características de interesse através da engenharia genética com a produção de organismos geneticamente modificados. Para Biava (2010), a “manipulação genética” trata das implicações dos conhecimentos da biologia celular, permitindo o questionamento sobre o conceito biológico da vida. Para compreender a interferência do conhecimento das biotecnologias, é necessário refletir o espaço ocupado pelo ser humano na biodiversidade.

Ao pensar a biotecnologia por meio das técnicas de manipulação do material genético, caracterizada pelo avanço biológico, seria cabível discutir o desenvolvimento da sociedade e as consequências geradas no ambiente a partir das escolhas e decisões tomadas. Para Capelo (2009), se por um lado a biotecnologia contribui para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, por outro, pode contribuir para reduzir o impacto dos seres humanos no ambiente. No entanto, dos textos analisados, apenas o LD05 apresentou um trecho com ênfase para impactos sociais e éticos na aplicação da tecnologia (Fig. 36).

A tecnologia foi fundamental para uma série de avanços ao longo da história da humanidade, contudo, algumas de suas aplicações podem causar impactos tanto éticos quanto sociais. Sendo assim, é muito importante que o livro didático indique e explique tais impactos e os problemas decorrentes dos mesmos. Poucos foram os momentos em que o texto fez referência, de forma explícita, para as relações entre a responsabilidade individual e coletiva, contabilizando 1% de nossas análises.

Nas imagens apresentadas, 20% fizeram relação dos exemplos com a realidade e, atreladas a elas, apresentaram as influências do CTSA como a principal impulsionadora da tecnologia, considerando sua utilização como estratégia para a melhoria da qualidade de vida da população. Observamos que todos os livros valorizavam o conhecimento prévio na abordagem inicial do assunto; porém é imprescindível que haja empenho para a desconstrução e reconstrução de saberes prévios que sejam obstáculos à construção do conhecimento científico. Acreditamos que esse seria um momento para trazer uma reflexão sobre os prós e os contras apresentados pela ciência na busca de novas tecnologias, principalmente quando estão relacionadas à saúde.

No próximo capítulo, apresentaremos as principais conclusões formuladas em função das questões e dos objetivos da presente investigação, além das implicações dos resultados deste estudo e sugestões para novas investigações.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos delineados a partir da problemática no que diz respeito à apresentação do conteúdo biotecnologia e de como as imagens nos permitiriam refletir sobre as relações existentes entre a ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente, traçaremos algumas considerações. Dessa forma, para facilitar a apresentação das principais conclusões, trazemos novamente os seguintes objetivos:

- Identificar e refletir em que medidas as abordagens sobre CTSA estão presentes ou ausentes no desenvolvimento do tema na relação texto-imagem.
- Analisar o tipo de imagem, o seu nível de iconicidade, a presença ou não de legendas, tendo em vista as funções diferenciadas da imagem com relação ao texto.
- Verificar o contexto onde a imagem está inserida, levando em consideração o enfoque CTSA.

Atendendo ao primeiro objetivo, os resultados obtidos mostraram que abordagens sobre CTSA estão presentes na relação texto-imagem no tema biotecnologia de livros didáticos de biologia. No entanto, a incorporação dessa perspectiva nos conteúdos científicos é implícita, nem sempre são exploradas de forma interligada com a aplicação da tecnologia com os impactos que esta tem na sociedade e no ambiente. Destacam-se, em geral, a exemplificação da aplicação da ciência na solução de problemas e os impactos positivos, no entanto os impactos negativos poucos são explorados.

O segundo objetivo nos remete à análise geral das imagens e, atendendo a este, concluímos que, das 70 imagens analisadas, em um grande quantitativo representando 57% das imagens, estas não são mencionadas no texto principal para situar o leitor da presença delas no contexto. Além disso, quando observamos essa relação com a perspectiva CTSA apresentada de forma explícita, verificamos que apenas as legendas das imagens apresentam indicativos desse enfoque. Os conteúdos científicos de biotecnologia abordados não são explorados de forma interligada com a aplicação da tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta tem na sociedade e no ambiente.

O terceiro objetivo nos leva a concluir que os cinco livros analisados podem contribuir para uma educação voltada para o exercício da cidadania, desde que sejam orientados e mediados nesse sentido pelos professores. Essa formação cidadã deve estimular o indivíduo a refletir sobre o seu papel na sociedade, levando-se em conta que ele está inserido neste ambiente. Um dos livros, o LD02, diferente dos outros, apresenta ao final de cada capítulo um tópico intitulado Ciência, Tecnologia e Sociedade, abrindo um espaço de discussão voltada para a sociedade cidadã, o que permite abordar os impactos sociais e ambientais que circulam em torno do tema trazido pelo tópico.

Considera-se que os objetivos do estudo foram alcançados, pois conseguimos responder às questões iniciais: as imagens estão relacionadas aos conteúdos fundamentais de biotecnologia; no entanto há carência na referência do papel da imagem em relação ao texto. Nesse contexto, as imagens do tema biotecnologia permitem refletir sobre as relações existentes entre a ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente, se considerarmos os indicativos da legenda ou alguns trechos que exemplificam a aplicação da tecnologia na solução de problemas, na utilização de exemplos da realidade. No entanto, em poucas vezes indicam relações entre a responsabilidade individual e coletiva. Em um quantitativo menor, apenas no livro LD04 as imagens estavam apresentadas de modo imbricado, formando uma unidade indivisível com relação ao texto.

Os resultados obtidos nos levam a refletir o contexto em que as imagens estão inseridas, considerando as complexas interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Nessa perspectiva CTSA, as imagens de biotecnologia no livro didático de biologia referem-se, em 78%, ao uso da biotecnologia na solução de problemas. Sendo assim, considerando os importantes avanços da ciência que ao longo da sua história trouxeram benefícios à sociedade, faz-se necessário trabalhar esses conteúdos com os alunos a fim de que percebam a ciência como um processo em construção. Processo este que se dá a partir dos seus inúmeros reflexos e contradições, com benefícios e prejuízos tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente.

Dessa maneira, nesse contexto, a exploração da perspectiva CTSA é feita através de tímidos trechos nos textos que, muitas das vezes, não estimulam o questionamento, o que sugere ser o professor mediador desse estímulo. Isso constitui um ponto de partida para novas investigações acerca da qualidade didático-

pedagógica dos docentes que utilizam esses livros. Seria interessante verificar como conteúdos específicos da biotecnologia são abordados na sala de aula levando-se em consideração as polêmicas geradas com as aplicações e utilidades desta e os impactos sociais e ambientais da engenharia genética. Urge, então, outro direcionamento do ensino de abordagens em sala de aula que possam pôr em prática a abordagem CTSA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G.S. (1990). Scientific/technological literacy, critical thinking, classroom practice. n S. Norris & L. Phillips (Eds.), *Foundations of literacy policy in Canada*. Alberta: Detselig Enterprises, pp. 127-145.
- AIKENHEAD, G. *What is STS Science Teaching? In: STS Education – International perspectives on reform*. Eds. Solomon, J. e Aikenhead, G. Ed. Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de. Imagens e narrativas entrecortando a produção de conhecimentos escolares. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 25, n. 86, Apr. 2004 .
- ARCHELA, R.S. *Imagem e representação gráfica*. Geografia, Londrina, v. 8, n. 1, p. 5-11, jan. / jun. 1999.
- AULER, D. *Movimento Ciência – Tecnologia - Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física*. In: *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Resumo, n. 6, Florianópolis, 1998.
- AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia\_ Sociedade no Contexto da formação de professores de Ciências*. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D. (2003) Alfabetização científico-tecnológica: Um novo ‘paradigma’?. *Ensaio - Pesquisa e Educação em Ciência*. 5 (1), p. 1-16. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/>>, acesso em 23/08/2012.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D.; *Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- AULER, D. *Novos Caminhos para a educação CTS: ampliando a participação*. In: *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa / Santos, W.L.P. & Auler, D (organizadores)*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p.73-97, 2011.
- AULER, D. e BAZZO, W. A. - *Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro* – Revista Ciência e Educação, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BARDIN, L. Tradução de Luis Antero Neto e Augusto Pinheiro. *Análise de conteúdo: edição revista e ampliada*. São Paulo: Edições setenta. 2011.
- BARTHES, R., 1915-1980. *O óbvio e o obtuso: ensaios críticos*. Roland Barthes; tradução de Léa Novaes. – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.
- BARTHES, Roland; COMPAGNON, Antoine. *Leitura*. In: *Enciclopédia einaudi*. Porto: Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1987. 11 v.
- BERNARDO, J. R. R.; *A construção de estratégias para abordagem do tema Energia a luz do enfoque Ciência–Tecnologia – Sociedade (CTS) junto a professores de Física do ensino médio*. Tese (Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.
- BIAVA, G.R., KOVALSKI, M.L., RIVA, P. B. & OBARA, A.T. *Abordagem CTSA e Poluição em livros didáticos de biologia do Ensino Médio*. In: *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campinas, SP. Atas: resumo R0792-1, 2011.
- BITTENCOURT, C. M. F. *Autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910)*. Revista da Faculdade de Educação da USP. Educação & Pesquisa. Set/dez 2004.
- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil? 2ª ed*. São Paulo: Ática, 2000.

BORÉM, A.; ALMEIDA, M.R.; SANTOS, F.R.. *Biotecnologia de A Z*. 1a. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 1. 229 p.

BRASIL, *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*, Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC. Brasil, 2002.

BRASIL. Lei nº 8.974/195. Disponível em: [http://www.lei.adv.br.8974\\_95.htm](http://www.lei.adv.br.8974_95.htm)> Acesso em: 09 de agosto de 2012.

BRUZZO, C. "Biologia: educação e imagens". In: *Educação e Sociedade*, v.25:89, Campinas, 2004

CACHAPUZ, A., PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J. e MARTÍNEZ-TERRADES, F. A emergência da Didática das Ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, v.14, n. 1, 155-195, 2001.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M. Reflexão em torno de perspectivas de ensino das Ciências: Contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 9 (1), 69-79. 2000.

CANAVARRO, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra, Quarteto Editora

CARNEIRO, M. As imagens no livro didático. In: *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Águas de Lindóia, SP. Atas: p.366-373, 1997.

CARNEIRO, M. H.; Santos, W. L. P. dos; Mól, G. S.; Cardoso, E. G. A inovação do livro didático de Ciências e a visão dos professores: análise da visão dos professores de um livro didático de Química inovador. Anais em CD-ROM do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Abrapec, Bauru, SP, nov., 2003.

CEREZO, Antonio L. Ciência, Tecnologia y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, n.18, pp. 41-68, 1999.

CHOPPIN, A. *História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte*. Educação e Pesquisa. São Paulo. V. 30, n.3, p.540-566. 2004.

COUTINHO, Solange G.; FREIRE, Verônica E. C. Design para Educação: uma avaliação do uso da imagem nos livros infantis de língua portuguesa. In: Anais do 15º Encontro Nacional da Anpap. Universidade de Salvador: UNIFACS, Salvador, p.245-254. 2006.

COUTINHO, F. Â., SOARES, A.G., BRAGA, S. A. M. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* Vol. 10, n.3, 2010.

DELIZOICOV, D. & Angotti, J. A. (1991) *Física - Formação Geral* São Paulo: Cortez Editora. (Coleção Magistério).

DUBOIS, P. A linha geral (as máquinas de imagens). *Cadernos de Antropologia e Imagem*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 65-85, 1999.

ESPINOSA, M. P. P. Análisis de Imágenes en Textos Escolares. *Pixel Bit: Revista de Medios y Educación*. Universidad de Sevilla, jan. 1996.

FARIAS, C.R.O.; FREITAS, D. *Educação Ambiental e Relações CTS: Uma Perspectiva Integradora*. Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, 2007.

FAVARETTO, C. J. Divulgação científica: a relação entre leitor e autor. Dissertação (Ciências da Linguagem) – Universidade do Sul de Santa Catarina (2003). Disponível em <[http://busca.unisul.br/pdf/86089\\_Celso.pdf](http://busca.unisul.br/pdf/86089_Celso.pdf)>. Acesso em 03 de março de 2012.

FERREIRA, H. R. Reflexões sobre a escolha do livro didático. *Revista de Ciências da Educação*, n.3, p.187-199. 2000.

FREITAG, B.; MOTTA, V.R.; COSTA, W.F. *O livro didático em questão*. São Paulo: Cortez, 1989.

FREITAS, D. S.; BRUZZO, C. As imagens nos livros didáticos de biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. Resumos. São Paulo: ABRAPEC, 1999.

FREITAS, D.S.; BRUZZO, C. As imagens dos livros de biologia: recursos que demandam pesquisa. *Anais do IX EPEB . Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, São Paulo, 2004.

FREITAS, Neli Klix; RODRIGUES, Melissa Haag. O Livro Didático ao longo do tempo: A forma do conteúdo. 2007. Disponível em: [http://www.ceart.udesc.br/revista\\_dapesquisa/volume3/numero1/plasticas/melissa-neli.pdf](http://www.ceart.udesc.br/revista_dapesquisa/volume3/numero1/plasticas/melissa-neli.pdf). Acesso em 20 de janeiro de 2011.

FREITAS, D. A perspectiva curricular Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS – no ensino de ciência. IN: Pavão, A.C. e Freitas, D. (orgs.). *Quanta Ciência há no Ensino de Ciências*. São Carlos: Edufscar, p. 229-237, 2008.

GARCIA, M.; CEREZO, J.; LÓPEZ, J. *Ciência, Tecnologia y Sociedad*, Madrid: Tenos, 1996.

GOUVÊA, G. Imagens e Educação em Ciências. In Alves n e Sgarbi (eds) *Imagens e espaços da escola*. Rio de Janeiro: D P & A, 2001.

GOUVÊA, G . Práticas de ensinar a distância mediadas por ambiente virtual. *Revista Reflexão e Ação*, v. 16, p. 130-145, 2008.

Gouvêa, G.; Oliveira, C.I.C. *Memória e Representação Imagens nos Livros Didáticos de Física*. *Revista interdisciplinar de estudos de cognição*. v.15, n. 3. 2010.

JACOBI, P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, 2003.

JOLY, Martine. *Introdução à análise da imagem* / Martine Joly; tradução Marina Appenzeller – Campinas, SP: Papirus, 1996. – (Coleção Ofício de Arte e Forma).

JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. 3. ed. Campinas: Papirus, 152 p. 2000.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4ª. ed. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 2005.

KRESS, G. & VAN LEEUWEN, T. *Reading images: the grammar of visual design*. London: Routledge. 1996.

KRESS, G., OGBORN, J., MARTINS, I. A Satellite View of Language: some lessons from science classrooms. *Language Awareness*, vol. 7, nº 2&3, 69-89, 1998.

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. *Multimodal rhetorics of the science classroom*. London: Continuum, 2001.

LAJOLO, M. Livro didático e qualidade de ensino. In: *Em Aberto*. Ministério da Educação e Desporto SEDIAE/ INEP. Ano 16: nº 69, 1996.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v. 1, p. 01-16, 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/150/108>>.

LÓPEZ, J. L. L.; CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una*

introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S. A., p.225-252. 1996.

MANGEL, A. *Uma história da leitura*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: Encontro de pesquisa em ensino de ciências, 1., 1997, Águas de Lindóia (SP). p. 366-373, 1997

MARTINS, I. *Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa*. Pró-posições, vol. 17, n. 1(49), 117-136, jan./abr. 2006.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura* -ano 57, No. 4, p. 38-40, 2005.

MARTINS, I.P.; PAIXÃO, M.F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* / Santos, W.L.P. & Auler, D (organizadores). Brasília: Editora Universidade de Brasília, p.135-160, 2011.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.1n.1p.103-117, 2001.

MENDONÇA-FILHO, J.; TOMAZELLO, M.G.C. As Imagens de Ecossistemas em livros didáticos de Ciências e suas implicações para a Educação Ambiental. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.* ISSN 1517-1256, Volume 09, julho a dezembro de 2002.

MOLES, A. Em busca de uma teoria ecológica da imagem? In: ANNE-MARIE THIBAUT-LAULAN (ed.). *Imagem e Comunicação*. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1976.

OTERO, M. R.; GRECA, I. M. Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.21, n.1, p.37-67, 2004.

PICCININI, C. L.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n.1, 2004.

PINHEIRO, N. A. M. Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007

PNLD 2012: Guia de livros didáticos: Apresentação. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

REGO, S.C.R. Imagens fixas no ensino de física: suas relações com o texto verbal em materiais didáticos e padrões de leitura de licenciandos. 2011. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; Rezende Junior, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n.1, p.137-149, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. E; *Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira*. *Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 2(2), p.133-162, 2000.

SANTOS, W. L. P. dos, & MORTIMER, E. F. (2002). Humanistic science education from Paulo Freire's 'Education as the practice of freedom' perspective. In X International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Symposium – PR, Foz do Iguaçu, 2002. Proceedings, v. 2, p. 641-649.

SANTOS, W. L. P. dos. O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SANTOS, L.L.C.P. O discurso pedagógico: relação conteúdo-forma. *Teoria e Educação*, Porto Alegre, n. 5, p. 81-90, 1992.

SANTOS, M.E.V.M. A cidadania na “voz” dos manuais escolares. Lisboa: Livros Horizonte. 2001.

SANTOS, W. L. P. dos. O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica - *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria*, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* / Santos, W.L.P. & Auler, D (organizadores). Brasília: Editora Universidade de Brasília, p.135-160, 2011.

SAVIANI, D. História das idéias pedagógicas no Brasil. 3.ed. ver.- Campinas, SP: Autores Associados, 2010.

SCHØLHAMMER, K.E. Além do visível: o olhar da literatura. Rio de Janeiro: 7Letras, 2007.

SILVA, L. (2005) Gerente de Normatização e Avaliação da Anvisa. Entrevista concedida em maio de 2005. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/6/848.pdf> acessado em novembro de 2012.

SILVA, F. K. M. e COMPIANI, M., Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Volumen 24. Núm 2. Junio 2006.

SILVA, H.C.; Zimmermann,E.; Carneiro, M.H.S.; Gastal, M.L.; Cassiano,W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência E Educação*, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SOARES, M. O livro didático e a escolarização da leitura. TVBrasil, Rio de Janeiro, p. 1-7, 7 out. 2002. Entrevista concedida a Salto para o futuro. Disponível em: <[http://www.tvebrasil.com.br/SALTO/entrevistas/magda\\_soares.htm](http://www.tvebrasil.com.br/SALTO/entrevistas/magda_soares.htm)> Acesso em: 10 de janeiro de 2012.

SOLBES, J. E VILCHES, A. Las Relaciones CTSA y la Formación Ciudadana. In: *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad em los inicios Del siglo XXI*. Eds. Membiella, P. e Padilla, Y., Educación editora, p.15-22, 2005.

SOUZA, L. H. P. de . *As imagens da saúde da escola: concepções presentes nos livros didáticos de Ciências*. 2011. Tese (Educação em Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro

STRIEDER, R.; Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de articulações. Dissertação de mestrado. São Paulo: USP, 2008.

SUTIL, N. BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W.; ORQUIZA, L. M. (2008). *CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de ciências/física (2000-2007): aspectos epistemológicos e sociológicos*. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0003-1.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2012.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

VASCONCELLOS, E. S; SANTOS, W. L. P. Educação Ambiental por meio de Tema CTSA: Relato e Análise de Experiência em Sala de Aula. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ), 21 a 24, jul. 2008, Curitiba – PR. CD-ROM, 10p., 2008.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação* 9 (1): 93-104, 2003.

VEZIN, J-F ; VEZIN, L. Illustration, schématisation et activité interpretative. *Bulletin de Psychologie*. França, Tome XLI, nº 386, p.655-666, 1988.